سلسلۂ نصابیات علمیہ جامعۂ عثمانیہ

رسالۂ رڑکی متعلق بہ سول انجینیری

پیمایش

(حصۂ دوم)

مصنفہ

سی۔ جے۔ رول۔ ایف۔ آر۔ اے۔ ایس۔ ایف۔ آر۔ جی۔ ایس
پروفیسر پیمایش و نقشہ کشی

مترجمہ

محمد رضاء اللہ صاحب دہلوی۔ بی۔ اے۔ سی۔ ای

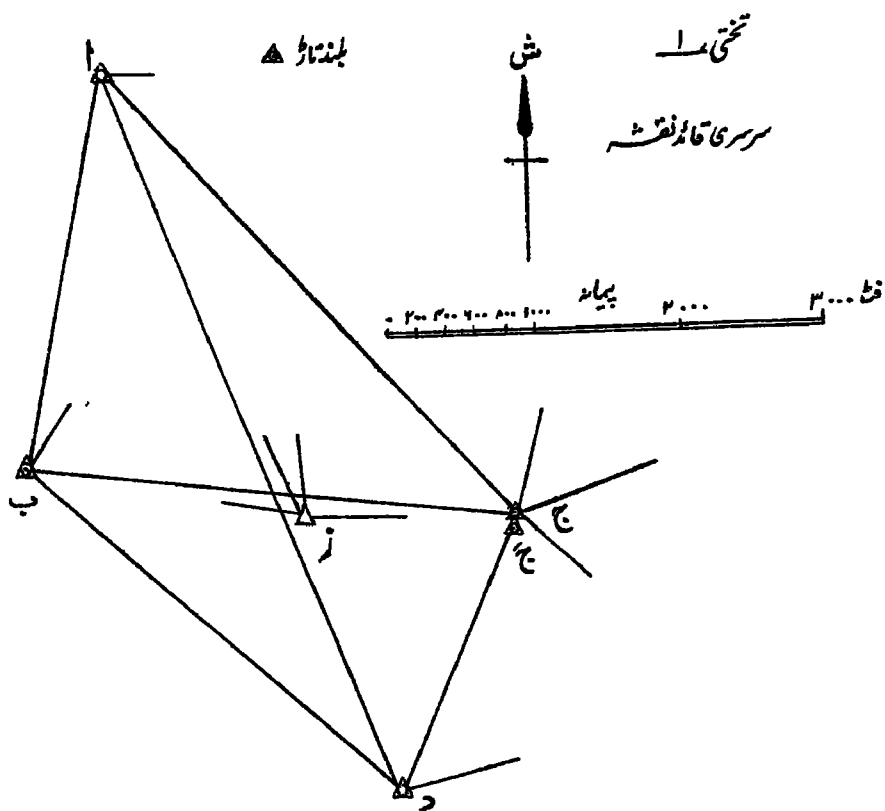
سنہ ۱۳۵۵ھ سنہ ۱۳۴۵ف سنہ ۱۹۳۶ع

دار الطبع جامعۂ عثمانیہ سرکار عالی حیدرآباد دکن

حکومت صوبجات متحدہ کی اجازت سے اس کتاب کا
بارھواں ایڈیشن اردو میں ترجمہ کر کے
طبع و شایع کیا گیا۔

پیمائش حصہ دوم

	مضمون	صفحہ
باب اول۔	پیمائش بروئے علم مثلث یا مثلثائی۔	۱
باب دوم۔	فاصلہ پیما زاویہ گیر سے تختہ مسطحائی	۴۹
باب سوم۔	عملی علم ہیئت دیباچہ ۔ کروی علم مثلث	[illegible]
باب چہارم۔	انجینیری پیمائشیں	۱۸۴
باب پنجم۔	آبی برقی طاقت کی پیمائشیں	۲۲۶
	جداول	۲۴۳
	ضمیمہ	۲۷۶

تختی ۱
ش
بلند تاڑ
سرسری قائد نقشہ
پیمانہ
فٹ ۳۰۰۰
۲۰۰۰
۰ ۲۰۰ ۴۰۰ ۶۰۰ ۸۰۰ ۱۰۰۰
ا
ب
ز
ج
ج'
د

بسم اللہ الرحمٰن الرحیم

پیمایش

حصۂ دوم

باب اول

پیمایش بروئے علمِ مثلث یا مثلثائی

مثلثائی[1] —— صحیح پیمائش کے لیے یہ لازمی امر ہے کہ اس کی بنیاد ایک وسیع سلسلۂ مثلثائی پر قائم کی جائے، ابتدائی عمل ایسی پیمائش میں ایک بنیادی خط کو نہایت صحت کے ساتھ کسی ہموار زمین پر ناپنا ہوتا ہے۔ اس بنیادی خط کے ہر ایک سرے پر سے ارد گرد کے کئی شخصوں (Objects) کے درمیانی زاویے مشاہدہ کر لیے جاتے ہیں۔ یہ اشخاص (Objects) پہلے ہی سے مثلثی مقاموں کی حیثیت سے ثبت شدہ ہوتے ہیں۔ علاوہ ازیں وہ زاویے بھی جو خود بنیادی خط پر اِن مقامات کے محاذی ہیں، مشاہدہ کر لیے جاتے ہیں۔ اس مشاہدہ کے بعد بنیادی خط کے سرے سے مقاماتِ مثلثی تک کے فاصلے اور مقامات کے درمیانی فاصلے حسابی عمل سے دریافت کر لیے جاتے ہیں اور کاغذ پر اُتار لیے جاتے ہیں، اس طرح پر بہت سے جدید بنیادی خط بنتے چلے جاتے ہیں جن پر سے دیگر نقاطِ مثلثائی دریافت کر لیے جاتے ہیں یہاں تک کہ تمام زیرِ پیمائش رقبہ مثلثوں کے جال سے ڈھک جاتا ہے۔ ان مثلثوں کے اضلاع کا طول پیمائش کی مطلوبہ وسعت اور آلاتِ زیرِ کار کی خوبی اور طاقت کے تناسب ہوتی ہے۔ اِن نقاط کی درمیانی تفصیل جریب اور زاویہ گیر سے، یا جریب اور منشوری کمپاس سے، یا تختہ مسطح کے طریقوں سے

---

[1] زاویہ گیر کے متعلق اس کتاب کا حصہ اولٰی باب سوم دیکھا جائے۔

جو باب ششم حصۂ اول میں دیے گئے ہیں پیمائش کرکے بھر دی جاتی ہے۔
اگر علمِ مثلث کی مدد سے کسی ملک کی باقاعدہ پیمائش کا حال معلوم کرنا ہو تو وہ اس کتاب سے زیادہ بڑی بڑی کتابوں کے مطالعہ سے معلوم ہو سکتا ہے۔ اس کتاب میں جو کچھ بیان کیا جائیگا وہ صرف اُسی قدر پیمائش کے متعلق ہے جو ۵ انچ کے زاویہ گیر سے کی جا سکتی ہے، اور جب کہ پیمائش کنندہ کو صرف چند ہی میل کا علاقہ صحت کے ساتھ پیمائش کرنا مطلوب ہوتا ہے۔

اس طریقِ عمل کے مندرجۂ ذیل عام حالات تختی ۱ کے ملاحظہ سے زیادہ واضح طور پر سمجھ میں آ جائینگے۔ آگے چل کر معلوم ہو جائیگا کہ حسابات سے جوں جوں ان کی تشریح ہوتی جائیگی گو وہ کافی سادہ ہیں مگر کسی قدر پیچیدہ ہیں اور ان کو باقاعدہ مخصوص تختوں میں درج کرنے کی ضرورت ہے تاکہ ابتدا ہی سے صحت کی تکمیل ہوتی رہے اور دوسرا شمار کنندہ بھی اس کو پڑتال کر سکے۔

۲۔ **بنیادی خط** ——— اس کی ناپ کے لیے مناسب موقع قائم کرنے کی صورت میں ایک ایسا ہموار قطعہ آراضی انتخاب کرنا چاہیے جہاں بنیادی خط کے دونوں سرے مثلثی مقامات سے بخوبی نمایاں ہوں۔ بنیادی خط جہاں تک ممکن ہو پیمائش کے وسط کے قریب ہو لیکن ایسا ہونا قطعی ضروری نہیں ہے۔ پیمائش کی جس وسعت کے متعلق اوپر ذکر کیا گیا ہے اس کے لیے دو ہزار فٹ کی لمبائی کافی ہوگی اور مثلثوں کے اضلاع کا طول ایک میل یا اس سے بھی زائد تک بڑھایا جا سکتا ہے۔ اسی خیال سے خاکہ میں (تختی ۱ ملاحظہ ہو) ا ب کو بنیادی خط منتخب کیا گیا ہے۔ (۲)

بنیادی خط کا ناپنا ——— ناپنے کا عمل، چونکہ اس پر تمام پیمائش کا دارومدار ہوتا ہے، آلات زیرِ کار کی مدد سے، جس قدر بھی ممکن ہو بہت احتیاط اور صحت سے ہونا چاہیے۔ اس کے حصول کے لیے زمین کا ڈھال ناپنا

چاہیے تاکہ سطحی پیمائش کو اُس کے اُفقی معادل میں تحویل کر لیا جائے ۔ اور اگر ڈھالوں میں تبدیلی واقع ہو تو اُن نقاط کو جہاں جہاں پر تبدیلی ہو درج کر لینا چاہیے اور مختلف ڈھالوں کو تختہ ا میں تحریر کر لینا چاہیے ۔ ان ڈھالوں کی پیمائش یوں کی جاتی ہے کہ زاویہ گیر کو ڈھال کے ایک سرے پر رکھ لیا جاتا ہے اور دوسرے سرے پر ایک گز (مُبر چوب) مع ایک شست پٹی کے جو آلہ کے ارتفاع پر قائم کر دی جاتی ہے بھیج دیا جاتا ہے ۔ اگر کوئی خطا آلے کے ارتفاعی صفر میں موجود ہے تو اُس کو زائل کرنے کی دو صورتیں ہیں : یا تو ڈھال کو دونوں سمتوں میں پڑھ لیا جائے اور دونوں کی اوسط نکال لی جائے یا ڈھال کو دو بار پڑھا جائے ایک دفعہ آلے کے ایک رُخ پر اور دوسری دفعہ آلے کے پلٹے ہوئے رُخ پر اور پھر اس کا اوسط لے لیا جائے ۔ جب ڈھال میں تبدیلی بار بار پائی جائے تو موخرالذکر طریقے سے کام کرنے سے تکلیف اور وقت میں بچت رہیگی اور آلے کو ایک ایک مقام چھوڑ کر (یعنی تبادل مقامات پر) قائم کرنا پڑیگا ۔

بنیادی خط کے ناپنے میں جب معمولی جریب سے کام لیا جائے جیسا کہ ایسے پیمائشی کام میں لیا جاتا ہے تو جریب کو معیار سے مقابلہ کر لینا چاہیے اور ناپنے کے کام سے پہلے اس کی لمبائی کو درست کر لینا چاہیے ۔ پیمائش کے بعد جریب کا پھر امتحان کر لینا چاہیے اور اگر کوئی فرق معلوم ہو تو پیمائش کو رد کر دینا چاہیے ۔

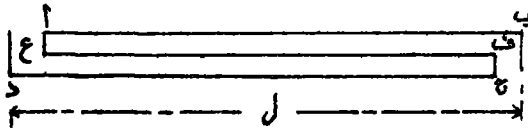
بنیادی خط کو ایک ہی دن میں دو بار ناپنا چاہیے اور ان دونوں ناپوں کی اوسط لینی چاہیے ۔ اگر بنیادی خط کا طول زیادہ ہو تو اس کو موزوں قطعوں میں تقسیم کر لینا چاہیے ۔

اگر اِن دونوں ناپوں کی لمبائی میں کوئی فرق ہو تو اس فرق کو صرف آخری ڈھال میں پڑتا ہوا دکھایا جائے اور ناپوں کو تمام بنیادی خط میں یا ایک دن میں جو ناپ کا کام کیا گیا ہے ۔ جو صورت بھی ہو مسلسل جاری رکھنا چاہیے ۔ اس سے ممکن ہے کہ اُن نقاط کے محل میں فرق آجائے

جن پر ڈھال کی تبدیلی ہوگئی ہے - لیکن یہ فرق اس قدر قلیل ہوگا کہ کوئی قابل لحاظ خطا اُفقی حل شدہ لمبائی میں پیدا نہ ہوگی - تختہ ۱ جس میں بنیادی خط کو ناپنے کا طریقہ جب کہ معمولی جریب سے کام لیا جائے درج ہے کتاب کی اس اشاعت میں تبدیل کر دیا گیا ہے تختہ جو یہاں دیا گیا ہے وہ ہے جو طلباء پچھلے چند سال سے رُڑکی میں ایک مختصر سی مثلثی پیمائش میں استعمال کرتے رہے ہیں - اس تختہ میں صرف موقع کی پیمائش کے خانے دیے گئے ہیں اس لیے کہ پیمائش بیاض میں حسابی عمل نہ کرنا پڑے - خانۂ کیفیت میں جریب کی پڑتال کے جو طریقے استعمال کیے گئے ہیں مع نتائج کے بیان کرنے چاہییں - اور وہ طریقہ بھی درج کر دینا چاہیے جو بنیاد کی لمبائی میں جریب کی سالم تعداد سے متجاوز زیادتی یا کمی کے ناپنے کا اختیار کیا گیا ہے - جس پیمائشی کام میں بہت زیادہ صحت مطلوب ہو اور اُس پیمائش میں جو زیادہ وسعت حاصل کرنے والی ہو بنیادی خط کی ناپ کو اوسط سطح سمندر کی قیمتوں میں تبدیل کر دینا چاہیے (دیکھو ضمیمہ ۳) -

(۳) بنیادی خطوط جن میں صحت بدرجہ غایت پائی جاتی ہے ان میں سے کچھ بیزل (Bessel) کی متلافی سلاخوں[1] سے ناپے گئے ہیں اور یہاں ان متلافی سلاخوں کا بیان بے محل نہ ہوگا -

شکل ۱

[1] Compensated rods

ا ب اور ج د دو فولادی سلاخیں ہیں (شکل ۱) جن میں سے ہر ایک کی لمبائی تقریباً ل کے برابر ہے - یہ دونوں ایک جستی سلاخ ع ف سے ع اور ف سروں پر ا ع اور ج ف پتروں کی مدد سے جڑی ہوئی ہیں - ا ب اور ج د کا پھیلاؤ جس سے ل میں زیادتی ہو جاتی ہے ع ف کی مخالف سمتوں میں پھیلاؤ سے زائل ہو جاتی ہے - اس پھیلاؤ سے ا د اور ب ج فاصلوں میں کمی پیدا ہونے لگتی ہے یعنی سرے ب اور د سلاخ کے مرکز کی طرف کھنچ جاتے ہیں - اس متلافی سلاخ میں جست کا حصہ فولاد کے مخالف مساویانہ عمل کرتا ہے - اس کی یہ صورت ہوتی ہے :

فولاد کا پھیلاؤ = $\frac{1}{840}$ لمبان کا ۱۸۰ درجہ حرارت پر

جست کا پھیلاؤ = $\frac{1}{344}$ لمبان کا ۱۸۰ درجہ حرارت پر

کُل پھیلاؤ فولاد کا = $\frac{\text{اب} + \text{جد}}{840}$ ۱۸۰ درجہ حرارت پر

اور کُل پھیلاؤ جست کا = $\frac{\text{عف}}{344}$ " " "

لیکن ل + ع ف = ا ب + ج د لہذا $\frac{\text{ل} + \text{عف}}{840} = \frac{\text{عف}}{344}$

اس سے ع ف = $\frac{\text{ل} \times 344}{496}$ پس اگر ل = ۱۰ فٹ تو ع ف

یعنی جست کی سلاخ کی لمبان = $\frac{3440}{496}$ = ۶ فٹ ۲ر۱۱ انچ

معمولی بنیادی خط کے اوسط نتائج کے لیے فولادی فیتے سے بھی کام لینا کافی ہوگا اور اس سے زیادہ صحت اِن وار ٹیپ (Invartape) کے استعمال سے ہو سکتی ہے، اس سے $\frac{1}{10}$ انچ فی میل تک کی صحت حاصل ہو جاتی ہے اور اِن وار (Invar) کی سلاخوں سے $\frac{1}{250000}$ حصہ کل ناپ شدہ لمبان تک کی صحت حاصل ہو جاتی ہے یعنی تقریباً $\frac{1}{4}$ انچ ایک میل میں -

(۴)

تختہ ۱ (پیمائش بیاض)

رُڑکی میدان پر ایک بنیادی خط کا ناپ ۱۰۰ فٹ والی جریب کے ساتھ

تاریخ ناپ ————

از	تا	فاصلہ	انتصابی زاویہ: درجے	انتصابی زاویہ: ا		انتصابی زاویہ: ب		کیفیت	
				منٹ	سیکنڈ	منٹ	سیکنڈ		
ا	۱	۳۰۰	+ ۰	۹'	۳۰"	۱۰'	۰"	چڑھائی	جریب قبل از ناپ ۱۰۰٫۰۰ فٹ بعد از ناپ ۱۰۰٫۱۰ فٹ اوسط ۱۰۰٫۰۵ فٹ
		۳۰۰	+ ۰	۱۰'	۰"	۹'	۰"		
۱	۲	۶۰۰	+ ۰	۳'	۰"	۳'	۳۰"	چڑھائی	
		۶۰۰	+ ۰	۳'	۰"	۳'	۰"		
۲	۳	۳۰۰	− ۰	۴۷'	۰"	۴۷'	۰"	اُتار	
		۳۰۰	− ۰	۴۶'	۳۰"	۴۷'	۰"		
۳	۴	۴۰۰	+ ۰	۲۶'	۰"	۲۷'	۰"	چڑھائی	۱۹ سالم جریبوں سے متجاوز زیادتی کو بیولی گزوں سے ناپا گیا ہے۔
		۴۰۰	+ ۰	۲۶'	۰"	۲۶'	۰"		
۴	ب	۳۱۸٫۵۶	− ۰	۱۹'	۳۰"	۱۹'	۳۰"	اُتار	
		۳۱۸٫۷۵	− ۰	۱۹'	۰"	۱۹'	۰"		

نوٹ۔ علامت + یا − بلحاظ انتصابی زاویہ کے چڑھائی یا اُتار کی سمتِ ناپ میں ہونے کی دی گئی ہے۔

(۵)

تختہ ب (حسابی عمل کی بیاض)

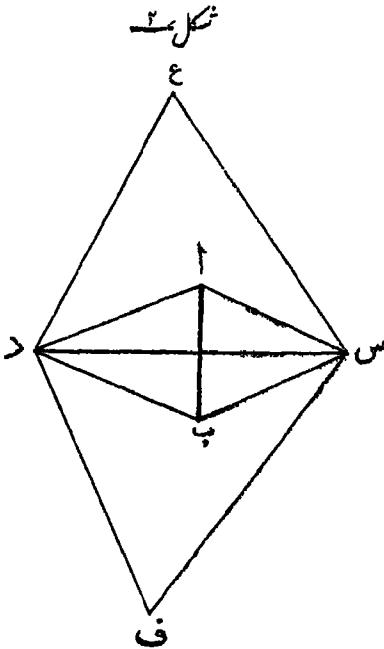
بنیادی خط کی تحویل

مقامات جات	ناپے ہوئے فاصلے فٹوں میں	زمین کا ڈھال		لوکارتمی حسابی عمل	اُفقی فاصلے فٹوں میں	اضافی ارتفاع فٹوں میں	تحویلی لیول	کیفیت
۱	۳۰۰	+۰° ۹′ ۳۰″	لوک جم	۱̄٫۹۹۹۹۹۸۰۳			۱۰۰٫۰۰۰	بنیادی خط کا شمالی سرا
				۲٫۴۷۷۱۲۱۳				
				۲٫۴۷۷۱۱۹۶	۲۹۹٫۹۹۹			
			لوک مس	۳̄٫۴۴۲۶۵۱۸				
				۱̄٫۹۲۳۸۷۱۴		+٫۸۳۹	۱۰۰٫۸۳۹	
۲	۶۰۰	+۰° ۴′ ۵۲″		۱̄٫۹۹۹۹۹۹۸				
				۲٫۷۷۸۱۵۱۳				
				۲٫۷۷۸۱۵۱۱	۶۰۰٫۰۰۰			
				۴̄٫۹۲۱۱۰۳۴				
				۱̄٫۹۹۹۲۵۴۵		+٫۵۰۰	۱۰۱٫۳۳۹	
۳	۳۰۰	−۰° ۴۶′ ۵۲″		۱̄٫۹۹۹۹۵۹۶				
				۲٫۴۷۷۱۲۱۳				
				۲٫۴۷۷۰۸۰۹	۲۹۹٫۹۷۲			
				۲̄٫۱۳۴۶۱۷۱				
				۰٫۶۱۱۶۹۸۰		−۴٫۰۹۰	۹۷٫۲۴۹	
۴	۴۰۰	+۰° ۲۶′ ۱۵″		۱̄٫۹۹۹۹۸۷۳				
				۲٫۶۰۲۰۶۰۰				
				۲٫۶۰۲۰۴۷۳	۳۹۹٫۹۸۸			
				۳̄٫۸۸۲۸۶۳۹				
				۰٫۴۸۴۹۱۱۲		+۳٫۰۵۴	۱۰۰٫۳۰۳	
۵	۳۱۸٫۶۵۵	−۰° ۱۹′ ۱۵″		۱̄٫۹۹۹۹۹۳۲				
				۲٫۵۰۳۳۲۰۸				
				۲٫۵۰۳۳۱۴۰	۳۱۸٫۶۵۰			
				۳̄٫۷۴۸۱۶۱۴				
				۰٫۲۵۱۴۷۵۴		−۱٫۷۸۴	۹۸٫۵۱۹	خطِ بنیاد کا جنوبی سرا
					۱۹۱۸٫۹۰۹			

جریب کی لمبائی = ۱۰۰٫۰۵ فٹ ∴ بنیادی خط کی حقیقی لمبائی = $\frac{۱۹۱۸٫۹۰۹ \times ۱۰۰٫۰۵}{۱۰۰٫۰۰}$ = ۱۹۱۹٫۵۰۷ فٹ

(۳) سڈول مثلثیں ـــــ مثلثی مقامات کا انتخاب سڈول

مثلثیں بنانے کے خیال سے کرنا چاہیے، یعنی ایسے مثلث بنائے جائیں جن کے زاویوں میں سے کوئی زاویہ بھی ۳۰ درجہ سے کم نہ ہو۔ مثلث جس قدر مساوی الاضلاع کے قریب قریب ہوتا ہے اتنا ہی زیادہ اچھا ہوتا ہے۔ مثلثوں کے اضلاع ناپے ہوئے قاعدہ سے شروع ہو کر جس قدر بسرعت ممکن ہو سکے بڑھنے چاہئیں۔ ساتھ کی شکل (۲) میں وہ ترتیب دکھائی گئی ہے کہ جس پر عمل کرنے سے کوئی بے ڈول مثلث ان مثلثوں میں داخل نہیں ہو سکتا۔

ا ب ایک ناپا ہوا بنیادی خط ہے اور س اور د قریب ترین مثلثی نقاط ہیں۔ تمام زاویوں کا چونکہ مشاہدہ کر لیا گیا ہے اور ا ب کا طول ناپ لیا گیا ہے اس لیے د ا ب اور س ا ب دونوں مثلثوں کو حسابی عمل سے حل کر سکتے ہیں۔ د س کو دونوں مثلثوں د ا س اور د ب س سے معلوم کر سکتے ہیں (دو اضلاع اور زاویہ درمیانی ہر ایک مثلث میں معلوم ہے) ایسی صورت میں ایک حسابی عمل دوسرے حسابی عمل کی پڑتال کا کام دے سکتا ہے۔ خط د س سے دوبارہ قاعدہ کا کام لیا جاتا ہے اور اس سے مثلثی مقامات ع اور ف کے فاصلے د اور س سے معلوم کر لیے جاتے ہیں اور یہ خطوط ع د، ع س، د ف، س ف بطور جدید قاعدوں کے مثلثائی کی توسیع میں

شکل ۲

کام میں لائے جاسکتے ہیں۔ یا اگر یہ کافی بڑی تعداد میں نہیں ہیں تو عرف فاصلے کو حل کیا جاسکتا ہے اور بطور بنیادی خط کے یا کسی مثلث کے قاعدہ کے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ بنیادی خط سے کام شروع کرنے کا یہی طریقہ عام طور پر استعمال کیا جاتا ہے اور اُس وقت تک کام دیتا ہے جب تک کہ زمین زیر پیمائش کی حالت پیمائشی کام میں رکاوٹ پیدا نہ کردے۔

۴ - **مقامے** ——— باقی کے مثلثی مقاموں کو تمام پیمائش پر اس لحاظ سے کہ زمین کی حالت بہترین طریق پر موافق رہے ترتیب سے مقرر کر لینا چاہیے۔ اور اس بات کا بہت خیال رکھنا چاہیے کہ پیمائش میں کوئی نقطہ ان مقامات میں سے کسی ایک سے بھی زیادہ فاصلہ پر نہ جا پڑے۔

۵ - **علامات یا اشارے** ——— اشارے دو قسم کے ہوتے ہیں۔ روشن اور غیر شفاف۔ روشن اشارے یا تو ہیلیوٹروپس (Heliotropes) یا قندیل ہوتے ہیں۔ اور سورج کی منعکس روشنی یا قندیل کی روشنی ایک سیدھ بتی میں سے ڈالی جاتی ہے۔ یہ سیدھ بتی مقامہ کے نشان پر عمودوار شاقول کے ذریعہ کی جاتی ہے۔

ہیلیوٹروپ (Heliotrope) ایک مدوّر آئینہ ہوتا ہے جس کی قلعی دار پشت کے مرکزی حصے پر سے قلعی کھرچ دی جاتی ہے۔ یہ مرکزی جگہ خطیانے کے لیے جھانکی کا کام دیتی ہے۔ جب سیدھ بتی کو جھانکی میں سے خط میں کر لیا جاتا ہے اور آئینہ کو جھکا کر سورج کے سامنے اس طرح کر لیا جاتا ہے کہ سورج کی کرنیں سیدھ بتی پر پڑتی رہیں تو قلعی کھرچا ہوا حصہ ایک کالا نقطہ معلوم ہونے لگتا ہے۔ اور جب یہ نقطہ خطِ نظر میں کر لیا جاتا ہے تو سورج کا عکس مشاہد تک پہنچ جاتا ہے۔

(۷)

غیر شفاف علامات یا اشاروں میں بہترین علامت بانس اور برش ہے، یا گھاس کو ایک کوچی کی شکل میں باندھ کر بانس اس کے اندر باندھ دیتے ہیں یا صلیب کی شکل میں گھاس کو بانس پر باندھ لیا جاتا ہے۔ دو معمولی جھاؤ کی ٹوکریوں کو منہ کی طرف سے ایک دوسری پر رکھ کر ایک بانس بیچ

میں سے گزار دیتے ہیں اس طور سے بھی اعلیٰ درجہ کی علامت بن جاتی ہے۔
جھنڈی کو مقامہ کے نشان پر عمودی حالت میں کھڑا کر دیا جاتا ہے اور پتھروں کا ایک چبوترہ اس کے چاروں طرف لگا دیا جاتا ہے تاکہ وہ سیدھی قائم ہو جائے۔ اگر یہ علامت کسی مقامہ پر جنگل میں یا نشیبی زمین میں ہے تو اس پر سفیدی کر دینے میں فائدہ رہیگا کیونکہ پھر یہ کالی زمین پر خوب نظر آئیگی۔
بعض اوقات پہاڑی علاقہ میں ایسا اتفاق ہو جاتا ہے کہ ایک مقامہ جو میدانی علاقہ میں واقع ہو اور بعض معادن نقاط کے تقاطع ثانوی کے لیے بہت مفید معلوم ہوتا ہو تو اُس وقت زنگل نما چھولداری یا ملازمین کا خیمہ بڑی اچھی پیمائشی علامت ثابت ہوتی ہے۔
درخت جن پر برش باندھ دیے جاتے ہیں یا جھنڈیاں بلند کر دی جاتی ہیں علامات کا کام بہت اچھا دیتے ہیں۔

(۶) زاویوں کا مشاہدہ کرنا ——— تمام مقامے پسند کر لینے کے بعد اور اُن پر علامات قائم کرنے کے بعد تمام مثلثوں کے زاویے ایک زاویہ گیر سے پڑھ لینے چاہییں۔ اور زمین کی اضافی بلندیاں مختلف مقامہ جات پر معلوم کرنے کے لیے انتصابی زاویے بھی پڑھنے چاہییں۔ ہر ایک مقامہ پر سے یکے بعد دیگرے زاویے بہ طریق ذیل پڑھے جاتے ہیں :- زمین پر جو نشان مقامہ کے نقطہ کو ظاہر کرتا ہے اُس کے اُوپر زاویہ گیر کو عین مرکزی حالت میں قائم کر لیا جاتا ہے اور یہ علامت کے عین نیچے انتصابی حالت میں واقع ہوتا ہے۔
جب علامت بلندی پر ہو تو اُس وقت نقطہ کے معلوم کرنے کا طریقہ یہ ہے :- علامت سے زاویہ گیر کو تھوڑے فاصلہ پر رکھو اور اُس کو لیول کرنے کے بعد تاروں کے تقاطع کو علامت پر قائم کرو دونوں زیرین تختیوں کو کس دو اور دُوربین کو جھکاؤ یہاں تک کہ یہ زمین کو علامت سے ایک فٹ یا ایک سے زائد فٹ پرے کاٹے۔ اس نقطہ پر نشان کر دو اور زاویہ گیر سے یہاں تک

جریب پھیلا دو - اب زاویہ گیر کو اُٹھا کر تھوڑی دُور دُوسرے مقام پر لے جاؤ اس طرح پر کہ اس کی اور علامت کی سمت، پچھلی سمت سے تقریباً زاویۂ قائمہ بنائے اب پھر وہی عمل کرو - دونوں خطوں کا نقطۂ تقاطع علامت کے نیچے بالکل انتصابی حالت میں ہوگا -

زاویہ گیر کی تپائی کی ٹانگیں زمین میں اچھی طرح گاڑ دو اور یہ دیکھو کہ ہلتی تو نہیں - اس کے بعد آلہ کو شاقولی حالت میں مقامہ پر لاؤ اور پیچ پایوں سے لیول کر لو - اگر کام کا حسابی عمل کرنا ہے یعنی مقناطیسی سہارے پر قائم کرنا ہے تو مقناطیسی کمپاس لگا دو - اور دونوں تختیوں کو صفر درجہ پر باندھ دو۔ س شکنجے کو (دیکھو تختی ۲) کھول دو اور آلے کو گھماؤ یہاں تک کہ سوئی کا رُخ شمال اور جنوب میں ہو جائے - س کو کس دو اور س کو کھول دو اور تقاطع کرو اور صفر مقامہ کو پڑھ لو - یہ مقروۂ صفر مقامہ کی سمت کو مقناطیسی شمال سے ظاہر کریگا، یا بالفاظِ دیگر یہ صفر مقامہ کی مقناطیسی جہت ہوگی جس کو تختے س میں درج کر لو -

(۸) (ا) **صفر مقامہ** وہ مقامہ کہلاتا ہے کہ جس کو مُشاہِد اپنے کام کی ابتدا کرنے کے لیے پسند کرتا ہے اور جس پر وہ اپنے مشاہدات کے دَور ختم کرتا ہے -

(ب) **صفر پر ثبت کرنا** ——— یہ ایک خاص اصطلاح ہے جس کے معنی یہ ہیں کہ صفر مقامہ کسی خاص مقروۂ پر ثبت کیا گیا ہے - جب ایک زاویہ گیر میں دو کسر پیما ہوتے ہیں تو ایک دوسرے کی جگہ پر آجاتا ہے - لیکن جب تین کسر پیما والا آلہ ہو تو رُخ کی تبدیلی کے معنی صفر کی تبدیلی بھی ہوتی ہے -

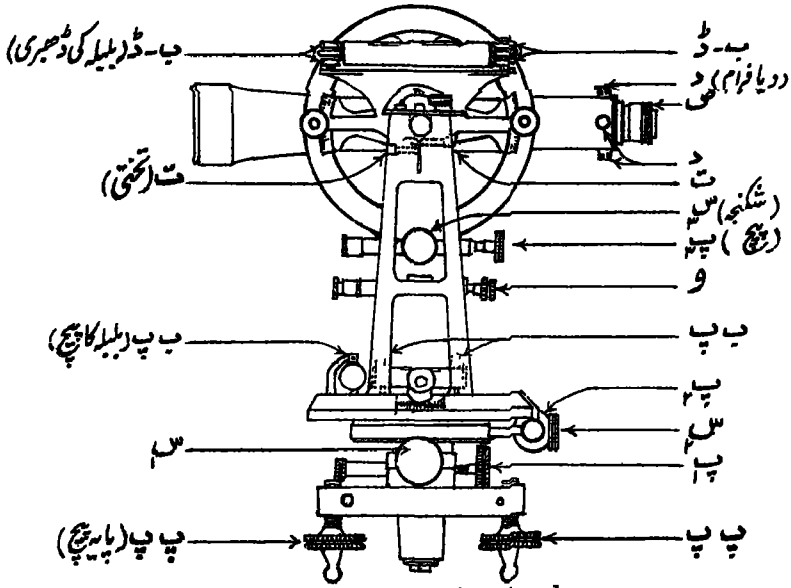
(ج) صفروں کے متعلق قاعدہ یہ ہے :- اگر صفر مقامہ ابتدا میں صفر درجہ پر قائم کیا گیا ہے تو پھر دوسرا صفر اس قاعدہ سے ثبت کیا جائیگا -

$$\frac{۳۶۰^\circ}{\text{کسر پیماؤں کی تعداد} \times \text{زاویوں کے ثبت کی تعداد}}$$

صفروں کی اس تبدیلی سے یعنی ایک، دو، تین یا اس سے زائد صفروں سے مشاہدہ کرنے سے وہ تمام خطائیں جو قوس کے حصّوں کی درجہ بندی میں ہوں زائل ہو جاتی ہیں اس لیے کہ زاویے قوس کے مختلف حصوں پر پڑھے جاتے ہیں ۔ اس وقت جو پیمائشی کام زیر بحث ہے اس کے لیے اور انجنیئری کاموں کے لیے عام طور پر صفر درجہ اور ۹۰ درجہ کو دو صفروں کے ثبت کرنے کے لیے لیا جاتا ہے اور دو صفر ہی کافی ثابت ہونگے ۔

(۷) **تختہ ج** — یہ تختہ مثلثائی بیاض کی نقل ہوتی ہے ۔ اور ایک صفحہ پر اُفقی زاویوں کے لیے جگہ ہے یعنی دو صفروں پر صفر درجہ پر اور ۹۰ درجہ پر اور دو دو رخ پر دونوں صفروں کے لیے، علاوہ ازیں انتصابی زاویوں کے لیے آلے کے دونوں چہروں پر ۔

ترکیب عمل ——— بالائی تختی س کو کس دو اس طرح پر کہ اکسر پیما دائیں "چہرہ" پر ہو (یعنی کسر پیما قوس کے نیچے والا ہو) اور صفر کو ۰° ۰' ۰" پر قائم کر دیا جائے یا اس سے زیادہ اچھا یہ ہے کہ ۰° ۰' ۰" سے ذرا زیادہ زاویہ لیا جائے اور زیرین تختی کو کھول کر دُور بین کو صفر مقامہ کی سیدھ میں کر دو ۔ شکنجہ س کو کس کر زیرین تختی کے ت کا سست حرکت پیچ سے تقاطع کرو ۔ زیرین تختی کو جس وقت تک کہ دونوں رُخوں پر اس صفر مقامہ کو نہ پڑھ لیا جائے بالکل ہاتھ نہیں لگانا چاہیے ۔ بالائی تختی کو کھول دو اور دوسرے مقامہ کو دُور بین کو آہستہ آہستہ سمت ساعت میں سرکا کر بغیر اس کے کہ مقامہ سے پرے نکلے پڑھ لو، اس سمت کو دائیں گردش یا چکر کہا جاتا ہے، شمار پڑھ لو اور درج کر لو اور اسی طرح اور مقاموں کے ساتھ بھی عمل کرو اور آخر میں صفر مقامہ پر آ جاؤ اور تقاطع کرو ۔ اس بات کی احتیاط رکھنی چاہیے کہ مشاہدِ صفر مقام پر آہستہ آہستہ آئے اور اس کے آگے نہ نکل جائے بلکہ سست حرکت پیچ ت کو چلا کر اس کو کاٹے ۔ اور شمار پڑھ کر درج کر لے ۔ اب بالائی

تختی ۲

E. R. Watts & Son London

تختی کو کھول دو اور دُوربین کو اپنے سہاروں پر مروڑ کر صفر مقامہ پر لاؤ بغیر مقامہ سے آگے نکلے، یہ سمتِ خلافِ سمتِ ساعت ہوگی اور اس کو بائیں "گردش" کہتے ہیں، اسی طرح افقی زاویوں کو بہ احتیاط رکھ کر کہ دُوربین مقامہ سے آگے نہ نکل جائے پڑھتے رہو اور آخرکار صفر مقامہ پر کام کو بند کر دو اور زاویوں کو ب ۱۸۰ درجہ والے خانے کے نیچے والی سطر سے شروع کر کے اوپر کی طرف لکھتے جاؤ - اس طرح ایک دَور زاویوں کا پڑھ لیا جاتا ہے - بالائی شکنجہ اب کھول دیا جاتا ہے اور دُوربین کو انتصاباً چکر دیا جاتا ہے اور کسر پیما ا ۹۰° درجہ یا اس سے کچھ زائد پر قائم کر دیا جاتا ہے۔ بالائی شکنجہ س کو باندھ دیا جاتا ہے اور زیرین شکنجہ س کو کھول دیا جاتا ہے اور صفر مقامہ کو میدانِ نگاہ میں سمتِ ساعت میں چکر دے کر لایا جاتا ہے اور زاویوں کا مشاہدہ پہلے جُٹ کی طرح کر لیا جاتا ہے -

(۹

اوسط صفر مقامہ کو ° ' " مان کر لیے جاتے ہیں اور ان کو ابتدائی اور اختتامی شمار جو اندراج شدہ ہیں اُن کی اوسط کو اس ہی مشاہدہ کی مقداریں سے تفریق کرنے سے نکالا جاتا ہے - "اوسط کُلّی" اِن تمام اوسطوں کی اوسط ہوتی ہے -

مشاہدے آلے کے دونوں "رُخوں" پر کیے جاتے رہیں تاکہ اُفقیت میں جو دُوربین کی محوری خطا ہو وہ زایل ہو جائے - اور دو یا دو سے زائد صفروں پر مشاہدہ کرنے سے یہ فائدہ ہے کہ درجہ بندی کی خطا دُور ہو جاتی ہے، اور دائیں اور بائیں "چکر" پر یا مخالف سمتوں میں پڑھنے سے کسر پیمائیں کی خطا جو عضو پر "کھینچ" (drag) کی وجہ سے ہو دُور ہو جاتی ہے -

انتصابی زاویے اور افقی زاویے ایک ہی وقت میں نہیں پڑھنے چاہییں - ان کے پڑھنے اور شمار کرنے کا طریقہ بہت سیدھا سادہ ہے - یعنی ا کسر پیما ہمیشہ دُوربین کے داہنے کی طرف ہوتا ہے -

انتصابی زاویوں کو ختم کرنے کے بعد محورِ دُوربین کے ارتفاع کو لکھ لو اور مقامہ کے نشان سے علامت کی بلندی کو، اور مقامہ کے حال کو

صاف اور مختصر طور پر لکھ لو یہ تحریر ایسی ہو کہ اس میں کوئی شک و شبہہ نشان کے محل میں باقی نہ رہ جائے ۔ نشان کو اکثر نظر سے بچا کر زمین میں دبا دیا جاتا ہے تاکہ نگاہ سے اوجھل ہو جائے اور برباد نہ ہو جائے ۔

احتیاطیں جو مثلث بندی میں برتنی چاہییں

آلہ کو بالکل صحیح صحیح مقامہ کے نقطے پر قائم کرنا چاہیے خاص کر ملازمین اور خلاصیوں، وغیرہ، کے سامنے ' یہ لوگ اگر تم کو اس معاملہ میں بے ڈھنگا اور لاپروا دیکھینگے تو کبھی یہ تکلیف گوارا نہ کرینگے کہ شاقولی نشان یا روشنی کا نشان صحیح محل پر دیں ۔ شاقول کو اُتار لینا چاہیے کیونکہ اگر یہ ہوا میں لٹکتا رہ جائیگا تو آلہ میں لرزش پیدا کر دیگا ۔ زاویہ گیر کو لیول کر لو اور کسر پیماؤں کو نرم برُش سے صاف کر لو اور شکنجہ پیچ کو صرف اس قدر کسنا چاہیے کہ اس میں کافی پکڑ پیدا ہو جائے اور ایک ہلکا دباؤ اُلٹی سمت میں بغیر کسی جھٹکے یا جست کے جس سے زاویئی کام میں نقص ہو جائے اس کو ڈھیلا کر دے ۔ دراصل عمدہ زاویئی کام میں ہاتھوں کا دخل بمقابلہ آنکھوں کے زیادہ ہے اور اسی سبب سے آلے کو بالائی اور زیرین تختی پکڑ کر آہستہ آہستہ اِدھر اُدھر حرکت دو ۔ دوربین کو ھرگز ھاتھ نہ لگانا چاھیے ۔ دراصل جو بات پیدا کرنی ہے وہ ایک "ملائم" (یا مخملی) مَس ہے ۔ اختلافِ منظر کو بہت احتیاط سے دُور کرنا چاہیے اور صحیح ماسکہ حاصل کرنا چاہیے ۔ اگر آلہ لیولی حالت سے خفیف سا متجاوز ہو جائے تو اس کو جب تک کہ زاویوں کا دَور ختم نہ ہو جائے درست نہ کرو ۔ یہ ایک ضروری احتیاط ہے اسے یاد رکھنا چاہیے وجہ یہ ہے کہ ایک پیچ پایہ کی ناقص جڑائی کسی قسم کی "اُفقی" "کُڑکن" پیدا کر سکتی ہے جس سے ممکن ہے کہ اُفقی مقروأت میں فرق پڑ جائے ۔ انتصابی زاویے پڑھنے میں انتصابی قوس کے بُلبلہ کے لیول میں ہونے کا یا دُوربین کے اُوپر جو بلبلہ ہو جو صورت بھی ہو اُس کے لیول میں ہونے کا اطمینان کر لو اور اگر

(۱۰)

ضرورت ہو تو اس کو ہر ایک مشاہدہ پر متضاد الحرکت ہیچ سے یا تیچ پایوں میں سے کسی پیچ پایہ سے اگر زیادہ اُفقی زاویوں کی ضرورت نہیں ہے ٹھیک کر لینا چاہیے یا بلبلہ کی تقسیم رسدی کرینی چاہیے دیکھو ضمیمہ (۷) -

متقاطع نقاط کا مشاہدہ اُسی طرح کیا جاتا ہے جیسے مقامہ جات کا، لیکن ان کے لیے صرف ایک قسم کے زاویوں کی ضرورت ہوتی ہے صرف ایک صفر اور ایک کسر پیما (ہمیشہ اکسر پیما) کافی ہوتا ہے -

متقاطع نقطہ کا حال اچھی طرح درج کرنا چاہیے اس لیے کہ ہمیشہ ایسا نہیں ہوتا کہ جو سرویر مثلثائی کرے وہی بعد کو تختہ مسطح پر کام کرے، اس اندراج سے یہ فائدہ ہے کہ وہ آدمی جو بعد میں کام کریگا اس کو کسی قسم کا شک وشبہہ نہ رہنا چاہیے کہ کونسا نقطہ مطلوب ہے اور نقطہ کے کس محل کی بلندی دی گئی ہے - مثلاً گرجاؤں اور مندروں کے بُرج جن پر بجلی کا موصل لگا ہوا ہوتا ہے اُن پر اُفقی زاویے لینے چاہییں لیکن ان کے انتصابی زاویے کسی خاص ایسے نقطہ پر جو بالکل ان کے نیچے ہو اور جس کی شناخت آسانی سے ہوسکے لیے جاتے ہیں - اس نقطہ کو بہت احتیاط سے درج کرنا چاہیے - دُوسری مثال لو درخت کو اُفقی زاویوں کے لیے زمین کے نزدیک جس قدر بھی ہوسکے دیکھینگے لیکن اگر زمین کا خط دکھائی نہ دے تو انتصابی زاویوں کے لیے یہ ضروری ہے کہ درخت کے بلند ترین مقام تک ارتفاع لیا جائے، گو عام طور پر یہ قاعدہ ہے کہ زمینی خط جہاں دکھائی دے وہاں ہمیشہ اس کو پڑھا جائے اور بعض اوقات زمینی خط اور چوٹیوں کی اِرتفاعی قیمتیں درج کی جاتی ہیں - شخصوں (objects) کے خاکے بہت مفید ہیں اور سب سے عمدہ یہ اس طرح بنتے ہیں کہ بیاض کو اُلٹا پکڑ کر یعنی اوپر کے حصے کو نیچے کرکے خاکہ بنا لیا جائے اس کی وجہ یہ ہے کہ شخص (object) دُوربین میں اُلٹا نظر آتا ہے، اور اگر تصویر کو بیاض میں اُلٹا کرکے دیکھا جائے جس طرح کہ وہ دُوربین میں نظر آتی ہے تو تصویر کا صحیح حصہ جب بیاض کو اصلی حالت میں پکڑا جائیگا اوپر ہوگا -

تختہ ج

صفر مقام کی مقناطیسی سمت ۱۹۱° ۳′ ۲″

مشاہدہ شدہ زاویے مقام ا سے - افقی زاویے - کک - ٹی انٹیل [illegible] (Transit theodolite) زاویہ گیر [illegible] (د) - تاریخ ۲۲ جنوری سنہ ۱۹۱۳ء

مقام	د صفر (دایاں چکر) ا	ب	اوسط	ب ۱۸۰ (بایاں چکر) ا	ب	اوسط	د ۹۰ (دایاں چکر) ا	ب	اوسط	ب ۲۷۰ (بایاں چکر) ا	ب	اوسط	عام اوسط
مقام ب	۰° ۰۱′ ۰۰″	۰۱′ ۰۰″	۰° ۰′ ۰″	۱۸۰° ۰۰′ ۴۰″	۰۱′ ۰۰″	۰° ۰′ ۰″	۹۰° ۰۱′ ۲۰″	۰۱′ ۲۰″	۰° ۰′ ۰″	۲۷۰° ۰۱′ ۲۰″	۰۱′ ۲۰″	۰° ۰′ ۰″	۰° ۰′ ۰″
″ ج	۳۰۶ ۱۰ ۲۰	۱۰ ۴۰	۳۰۶ ۰۹ ۳۵	۱۲۶ ۱۰ ۲۰	۱۰ ۴۰	۳۰۶ ۰۹ ۵۰	۳۰۶ ۱۱ ۰۰	۱۱ ۰۰	۳۰۶ ۰۹ ۴۰	۲۱۶ ۱۰ ۴۰	۱۱ ۰۰	۳۰۶ ۰۹ ۳۰	۳۰۶ ۰۹ ۳۹
″ د	۳۲۶ ۳۳ ۴۰	۳۳ ۲۰	۳۲۶ ۳۲ ۳۵	۱۴۶ ۳۳ ۰۰	۳۲ ۲۰	۳۲۶ ۳۲ ۳۰	۸۶ ۳۳ ۴۰	۳۳ ۴۰	۳۲۶ ۳۲ [illegible]	۲۳۶ ۳۳ ۴۰	۳۴ ۲۰	۳۲۶ ۲۲ ۴۰	۳۲۶ ۳۲ ۲۶
″ ب	۰ ۰ ۴۰	۰۰ ۰۰	۰ ۰ ۰	۱۸۰ ۰۰ ۲۰	۰۰ ۴۰	۰ ۰ ۰	۹۰ ۰۱ ۲۰	۰۱ ۲۰	۰ ۰ ۰	۲۷۰ ۰۱ ۰۰	۰۱ ۴۰	۰ ۰ ۰	۰ ۰ ۰

انتصابی زاویے

مقام	بلندی یا پستی	دایاں ا	ب	اوسط	بایاں ا	ب	اوسط	بلندی یا پستی	عام اوسط	مشاہدہ شدہ علامت کی بلندی	مقام کی کیفیت اور ریمارکس
مقام ب	پستی	۰° ۰۰′ ۲۰″	۰۰′ ۴۰″	۰° ۰۰′ ۳۰″	۰° ۰۰′ ۳۴″	۰۰′ ۴۰″	۰° ۰۰′ ۳۰″	پستی	۰° ۰۰′ ۳۰″	۹′ ۵″	مقام کا نشان ایک دبی ہوئی اینٹ ہے۔ یہ اینٹ بیرام پور رجبہا کے بائیں کنارے پر تقریباً ۰۰۔ افٹ اس سیفن سے جنوب میں دبی ہوئی ہے جس پر سے بیرام پور سے تقوی گاؤں کو گاڑی کا راستہ جاتا ہے۔ بیرام پور کا گاؤں اندازاً ۰۰۔۵ گز جنوب مغرب میں ہے۔ اس نشان کا فاصلہ پانی کے کنارے سے ۰۔افٹ ہے۔ اور اس پر ایک چھوٹی سی بُرجی بنی ہوئی ہے اور اس پر یہ لکھا ہوا ہے کہ نشان کے اصلی پتھر سے ۲ فٹ اوپر ایک اَور نشان ا۔۔ ہو گا۔
″ ج	″	۰ ۰۶ ۲۰	۰۶ ۲۰	۰ ۰۶ ۲۰	۰ ۰۶ ۲۰	۰۶ ۴۰	۰ ۰۶ ۳۰	″	۰ ۰۶ ۲۵	۹ ۴	
″ د	″	۰ ۰۰ ۲۰	۰۰ ۳۰	۰ ۰۰ ۲۰	۰ ۰۰ ۰۰	۰ ۲۰	۰ ۰۰ ۱۰	″	۰ ۰۰ ۱۵	۱۰ ۱	

علامت کی بلندی ۵ ۹ ہے اور آلے کی بلندی ۵ ۳ ہے

تختہ ج

صدر مقام کی مقناطیسی سمت ۱۹۱° ۳۱' ۳۰"

مشاہدہ شدہ زاویے مقام ا سے۔ افقی زاویے ـ کگس ٹی اینڈ ایس ۳ روری آل (زاویہ گیر) ۲۳۷۷ (ہ) بتاریخ ۲۲ جنوری ۱۹۱۳ء

مقام	د صفر (دایاں چکر) ا	د صفر (دایاں چکر) ب	د صفر (دایاں چکر) اوسط	د ۱۸۰ (بایاں چکر) ا	د ۱۸۰ (بایاں چکر) ب	د ۱۸۰ (بایاں چکر) اوسط	د ۹۰ (دایاں چکر) ا	د ۹۰ (دایاں چکر) ب	د ۹۰ (دایاں چکر) اوسط	ب ۲۷۰ (بایاں چکر) ا	ب ۲۷۰ (بایاں چکر) ب	ب ۲۷۰ (بایاں چکر) اوسط	عام اوسط
مقام ب	۰° ۰۱' ۲۰"	— —	۰° ۰' ۰"	۱۸۰° ۰۱' ۰۰"	— —	۰° ۰' ۰"	— — —	— —	— — —	— — —	— —	— — —	۰° ۰' ۰"
۱۔ بلند تاڑ	۲۵۷ ۵۲ ۰۰	— —	۲۵۷ ۵۰ ۴۰	۷۷ ۵۱ ۲۰	— —	۲۵۷ ۵۰ ۳۰	— — —	— —	— — —	— — —	—	— — —	۲۵۷ ۵۰ ۴۰
۲۔ شیشم کے درخت کی چوٹی	۳۲۸ ۲۷ ۰۰	— —	۳۲۸ ۲۵ ۴۰	۱۴۸ ۲۶ ۲۰	— —	۳۲۸ ۲۵ ۳۰	— — —	— —	— — —	— — —	—	— — —	۳۲۸ ۲۵ ۳۰
۳۔ چھوٹی سبز جھاڑی کا کنارہ	۳۳۸ ۴۴ ۰۰	— —	۳۳۸ ۴۳ —	۱۵۸ ۴۳ ۴۰	— —	۳۳۸ ۴۲ ۴۰	— — —	— —	— — —	— — —	—	— — —	۳۳۸ ۴۲ ۵۰
وغیرہ	— — —	— —	— — —	— — —	— —	— — —	— — —	— —	— — —	— — —	—	— — —	— — —
وغیرہ	— — —	— —	— — —	— — —	— —	— — —	— — —	— —	— — —	— — —	—	— — —	— — —
مقام ب	۰ ۰۱ ۲۰	— —	۰ ۰ ۰	۱۸۰ ۰۱ ۰۰	— —	۰ ۰ ۰	— — —	— —	— — —	— — —	—	— — —	۰ ۰ ۰

انتصابی زوایہ

مقام	بلندی یا پستی	دایاں ا	دایاں ب	دایاں اوسط	بایاں ا	بایاں ب	بایاں اوسط	بلندی یا پستی	عام اوسط	مشاہدہ شدہ بلندی کی علامت	مقام کی کیفیت اور ریمارکس
(۱)	پستی	۰° ۲۴' ۰۰"	— —	۰° — —	۰° ۲۴' ۴۰"	— —	۰° — —	پ	۰° ۲۴' ۵۰"	— — —	زمین کے لیول تک پڑھا گیا۔ مزروعہ زمین میں بیرام پور سے شمال مشرق میں تقریباً ½ میل۔
(۲)	بلندی	۰ ۰۳ ۴۰	— —	— — —	۰ ۴۰ ۰۰	— —	— — —	ب	۰ ۰۳ ۵۰	— — —	درخت کی چوٹی تک پڑھا گیا۔ جنگلی جھاڑیوں کے وسط میں جو صدر ندی کے قریب کسی قدر اونچی زمین پر واقع ہے۔
(۳)	پستی	۰۰ ۰۵ ۲۰	— —	— — —	۰ ۰۶ ۲۰	— —	— — —	پ	۰ ۰۵ ۵۰	— — —	درخت کی چوٹی تک۔ جنگلی جھاڑیوں میں کسی قدر بلندی پر تقریباً ۷۰۰ گز بیرام پور گاؤں سے مشرق میں اور ۲۰۰ گز صدر ندی کے مغرب کو۔ گاڑی کا راستہ اور پیدل راستہ بیرام پور سے نورنگر کو ۳۰۰ گز اس جھاڑی کے جنوب میں جاتا ہے۔

درختوں کے حال کے بیان میں اس سے کچھ بہت فائدہ نہیں کہ ان کے رنگ بتائے جائیں، زیادہ اچھا تو یہ ہے کہ یہ بات معلوم کرنے کی کوشش کی جائے کہ یہ کیا درخت ہے ۔ ایسے درخت، جیسے آم اور املی، نہایت آسانی سے شناخت کیے جا سکتے ہیں لیکن اگر شبہہ ہو تو کسی مقامی باشندے سے پوچھ لینا چاہیے، اور وہ عام طور پر صحیح نام بتا دیگا۔ سب سے زیادہ مناسب یہ ہے کہ اگر درخت کا نام معلوم ہونے میں غلطی ہونے کا کوئی احتمال ہو تو اس کی قسم کو بالکل تحریر نہ کیا جائے۔ درختوں کا حال بیان کرنے میں اچھا طریقہ یہ ہے کہ ان کا محل درختوں کے جھنڈ سے یا ایک دو درختوں سے شمال، جنوب، مشرق یا مغرب میں لکھ کر دکھا دیا جائے۔ کسی شخص (Object) کے "دائیں" یا "بائیں" سے احتراز کرو کیونکہ اس کا انحصار بالکل اُس محل پر ہوتا ہے جس محل سے کہ شخص کو دیکھا جائے ۔

(۸) کسی چار ضلعی شکل (دیکھو تختی ع ا) کا حل حسابی عمل سے کرکے دکھانے کے لیے جب کہ ایک معاون مقامہ اور ایک تابع یا خارج المرکز مقامہ شامل کر لیا جائے ایک اصلی پیمائشی بیاض کے حل شدہ[1] زاویے یہاں دیدیے گئے ہیں اور ساتھ ہی مکمل حسابی عمل تاکہ ان کے موافق ان کے متعلقہ تختوں میں عمل کر دیا جائے ۔ ا ب بنیادی خط اس خاص صورت میں ایک نہر کے بائیں پشتہ پر جو تقریباً لیول تھا واقع تھی؛ اور اس کی تحویل چونکہ بہت آسان تھی اس لیے اس کو اُس تختے میں جو اس غرض کے لیے ہے درج نہیں کیا گیا۔ مقامہ ا سے مقامہ ج کی السمت (Azimuth) یعنی حقیقی شمال سے سمتِ آفتاب کے ایک غیر نصف النہاری مشاہدہ سے قائم

[1] abstract angles

تختی کو کھول دو اور دُوربین کو اپنے سہاروں پر مروڑ کر صفر مقامہ پر لاؤ بغیر مقامہ سے آگے نکلے، یہ سمت خلاف سمت ساعت ہوگی اور اس کو بائیں "گردش" کہتے ہیں، اس طرح افقی زاویوں کو بہ احتیاط رکھ کر کہ دُوربین مقامہ سے آگے نہ نکل جائے پڑھتے رہو اور آخر کار صفر مقامہ پر کام کو بند کر دو اور زاویوں کو ب ۱۸۰ درجہ والے خانے کے نیچے والی سطر سے شروع کرکے اوپر کی طرف لکھتے جاؤ۔ اس طرح ایک دَور زاویوں کا پڑھ لیا جاتا ہے۔ بالائی شکنجہ اب کھول دیا جاتا ہے اور دُوربین کو انتصاباً چکر دیا جاتا ہے اور کسر پیما ا ۹۰ درجہ یا اس سے کچھ زائد پر قائم کر دیا جاتا ہے۔ بالائی شکنجہ س، کو باندھ دیا جاتا ہے اور زیرین شکنجہ س، کو کھول دیا جاتا ہے اور صفر مقامہ کو میدانِ نگاہ میں سمتِ ساعت میں چکر دے کر لایا جاتا ہے اور زاویوں کا مشاہدہ پہلے جُٹ کی طرح کر لیا جاتا ہے۔

(۹)

اوسط صفر مقامہ کو ۰ : ۰ مان کر لیے جاتے ہیں اور ان کو ابتدائی اور اختتامی شمار جو اندراج شدہ ہیں اُن کی اوسط کو اس ہی مشاہدہ کی مقداریں سے تفریق کرنے سے نکالا جاتا ہے۔ "اوسط کُلی" اِن تمام اوسطوں کی اوسط ہوتی ہے۔

مشاہدے آلے کے دونوں "رُخوں" پر کیے جاتے ہیں تاکہ اُفقیت میں جو دُوربین کی محوری خطا ہو وہ زائل ہو جائے۔ اور دو یا دو سے زائد صفروں پر مشاہدہ کرنے سے یہ فائدہ ہے کہ درجہ بندی کی خطا دُور ہو جاتی ہے، اور دائیں اور بائیں "چکر" پر یا مخالف سمتوں میں پڑھنے سے کسر پیماؤں کی خطا جو عضو پر "کھینچ" (drag) کی وجہ سے ہو دُور ہو جاتی ہے۔

انتصابی زاویے اور افقی زاویے ایک ہی وقت میں نہیں پڑھنے چاہییں۔ ان کے پڑھنے اور شمار کرنے کا طریقہ بہت سیدھا سادہ ہے۔ یعنی ا کسر پیما ہمیشہ دُوربین کے دہانے کی طرف ہوتا ہے۔

انتصابی زاویوں کو ختم کرنے کے بعد محورِ دُوربین کے ارتفاع کو لکھ لو اور مقامہ کے نشان سے علامت کی بلندی کو، اور مقامہ کے حال کو

صاف اور مختصر طور پر لکھ لو یہ تحریر ایسی ہو کہ اس میں کوئی شک و شبہہ نشان کے محل میں باقی نہ رہ جائے۔ نشان کو اکثر نظر سے بچا کر زمین میں دبا دیا جاتا ہے تا کہ نگاہ سے اوجھل ہو جائے اور برباد نہ ہو جائے۔

احتیاطیں جو مثلث بندی میں برتنی چاہییں

آلہ کو بالکل صحیح صحیح مقامہ کے نقطے پر قائم کرنا چاہیے خاص کر ملازمین اور خلاصیوں، وغیرہ، کے سامنے، یہ لوگ اگر تم کو اس معاملہ میں بے ڈھنگا اور لاپروا دیکھینگے تو کبھی یہ تکلیف گوارا نہ کرینگے کہ شاقولی نشان یا روشنی کا نشان صحیح محل پر دیں۔ شاقول کو اُتار لینا چاہیے کیونکہ اگر یہ ہوا میں لٹکتا رہ جائیگا تو آلہ میں لرزش پیدا کر دیگا۔ زاویہ گیر کو لیول کر لو اور کسر پیماؤں کو نرم بُرش سے صاف کر لو اور شکنجہ پیچ کو صرف اس قدر کسنا چاہیے کہ اس میں کافی پکڑ پیدا ہو جائے اور ایک ہلکا دباؤ اُلٹی سمت میں بغیر کسی جھٹکے یا جست کے جس سے زاویئی کام میں نقص ہو جائے اس کو ڈھیلا کر دے۔ دراصل عمدہ زاویئی کام میں ہاتھوں کا دخل بمقابلہ آنکھوں کے زیادہ ہے اور اسی سبب سے آلے کو بالائی اور زیرین تختی پکڑ کر آہستہ آہستہ ادھر اُدھر حرکت دو۔ دوربین کو ہرگز ہاتھ نہ لگانا چاہیے۔ دراصل جو بات پیدا کرنی ہے وہ ایک "ملائم" (یا مخملی) مَس ہے۔ اختلافِ منظر کو بہت احتیاط سے دُور کرنا چاہیے اور صحیح اسکہ حاصل کرنا چاہیے۔ اگر آلہ لیولی حالت سے خفیف سا متجاوز ہو جائے تو اس کو جب تک کہ زاویوں کا دَور ختم نہ ہو جائے درست نہ کرو۔ یہ ایک ضروری احتیاط ہے اسے یاد رکھنا چاہیے وجہ یہ ہے کہ ایک پیچ پایہ کی ناقص جڑائی کسی قسم کی "افقی" "لڑکن" پیدا کر سکتی ہے جس سے ممکن ہے کہ افقی مقروأت میں فرق پڑ جائے۔ انتصابی زاویے پڑھنے میں انتصابی قوس کے بلبلہ کے لیول میں ہونے کا یا دُوربین کے اُوپر جو بلبلہ ہو جو صورت بھی ہو اُس کے لیول میں ہونے کا اطمینان کر لو اور اگر

(۱۰)

ضرورت ہو تو اس کو ہر ایک مشاہدہ پر متضاد الحرکت پیچ سے یا پیچ پایوں میں سے کسی پیچ پایہ سے اگر زیادہ اُفقی زاویوں کی ضرورت نہیں ہے ٹھیک کر لینا چاہیے یا بُلبلہ کی تقسیم رسدی کرینی چاہیے دیکھو ضمیمہ (۷) -

متقاطع نقاط کا مشاہدہ اُسی طرح کیا جاتا ہے جیسے مقامہ جات کا، لیکن ان کے لیے صرف ایک قسم کے زاویوں کی ضرورت ہوتی ہے صرف ایک صفر اور ایک کسر پیما (ہمیشہ ا کسر پیما) کافی ہوتا ہے -

متقاطع نقطہ کا حال اچھی طرح درج کرنا چاہیے اس لیے کہ ہمیشہ ایسا نہیں ہوتا کہ جو سرویر مثلثائی کرے وہی بعد کو تختہ مسطح پر کام کرے، اس اندراج سے یہ فائدہ ہے کہ وہ آدمی جو بعد میں کام کریگا اس کو کسی قسم کا شک وشبہہ نہ رہنا چاہیے کہ کونسا نقطہ مطلوبہ ہے اور نقطہ کے کس محل کی بلندی دی گئی ہے - مثلاً گرجاؤں اور مندروں کے بُرج جن پر بجلی کا توصل لگا ہوا ہوتا ہے اُن پر اُفقی زاویے لینے چاہییں لیکن ان کے انتصابی زاویے کسی خاص ایسے نقطہ پر جو بالکل ان کے نیچے ہو اور جس کی شناخت آسانی سے ہو سکے لیے جاتے ہیں - اس نقطہ کو بہت احتیاط سے درج کرنا چاہیے - دُوسری مثال لو درخت کو اُفقی زاویوں کے لیے زمین کے نزدیک جس قدر بھی ہو سکے دیکھینگے لیکن اگر زمین کا خط دکھائی نہ دے تو انتصابی زاویوں کے لیے یہ ضروری ہے کہ درخت کے بلند ترین مقام تک ارتفاع لیا جائے، گو عام طور پر یہ قاعدہ ہے کہ زمینی خط جہاں دکھائی دے وہاں ہمیشہ اس کو پڑھا جائے اور بعض اوقات زمینی خط اور چوٹیوں کی اِرتفاعی قیمتیں درج کی جاتی ہیں - شخصوں (objects) کے خاکے بہت مفید ہیں اور سب سے عمدہ یہ اس طرح بنتے ہیں کہ بیاض کو اُلٹا پکڑ کر یعنی اوپر کے حصے کو نیچے کر کے خاکہ بنا لیا جائے اس کی وجہ یہ ہے کہ شخص (object) دُوربین میں اُلٹا نظر آتا ہے، اور اگر تصویر کو بیاض میں اُلٹا کر کے دیکھا جائے جس طرح کہ وہ دُوربین میں نظر آتی ہے تو تصویر کا صحیح حصہ جب بیاض کو اصلی حالت میں پکڑا جائیگا اوپر ہو گا -

تختہ ج

مشاہدہ شدہ زاویے — کنگ ٹی اینڈ ایس ... (زاویہ گیر ... ۳۷ ...) (۵") بتاریخ ۲۲ جنوری ۱۹۱۳ء

صدر مقامہ کی مقناطیسی سمت ۱۹۱° ۳۱' ۰"

افقی زاویے — مقامہ ا سے

مقامہ	د صفر (دایاں چکر) ا	د صفر ب	د صفر اوسط	د ۱۸۰ (بایاں چکر) ا	د ۱۸۰ ب	د ۱۸۰ اوسط	د ۹۰ (دایاں چکر) ا	د ۹۰ ب	د ۹۰ اوسط	ب ۲۷۰ (بایاں چکر) ا	ب ۲۷۰ ب	ب ۲۷۰ اوسط	عام اوسط
مقامہ ب	۰° ۰۱' ۲۰"	— —	۰° ۰' ۰"	۱۸۰° ۰۱' ۰۰"	— —	۰° ۰' ۰"	— — —	— —	— — —	— — —	— —	— — —	۰° ۰' ۰"
۱ بلند تاڑ	۲۵۷° ۵۲' ۰۰"	— —	۲۵۷° ۵۰' ۴۰"	۷۷° ۵۱' ۲۰"	— —	۲۵۷° ۵۰' ۳۰"	— — —	— —	— — —	— — —	—	— — —	۲۵۷° ۵۰' ۳۰"
۲ شیشم کے درخت کا ...	۳۲۸° ۲۷' ۰۰"	— —	۳۲۸° ۲۵' ۴۰"	۱۴۸° ۲۶' ۲۰"	— —	۳۲۸° ۲۵' ۳۰"	— — —	— —	— — —	— — —	—	— — —	۳۲۸° ۲۵' ۳۰"
۳ چھوٹی سبز رنگ کی لاٹی کا نشان	۳۳۸° ۴۴' ۰۰"	— —	۳۳۸° ۴۳' —	۱۵۸° ۴۳' ۴۰"	— —	۳۳۸° ۴۲' ۴۰"	— — —	— —	— — —	— — —	—	— — —	۳۳۸° ۴۲' ۵۰"
وغیرہ	— — —	— —	— — —	— — —	— —	— — —	— — —	— —	— — —	— — —	—	— — —	— — —
وغیرہ	— — —	— —	— — —	— — —	— —	— — —	— — —	— —	— — —	— — —	—	— — —	— — —
مقامہ ج	۰ ۰۱ ۲۰	— —	۰ ۰ ۰	۱۸۰ ۰۱ ۰۰	— —	۰ ۰ ۰	— — —	— —	— — —	— — —	—	— — —	۰ ۰ ۰

انتصابی زوایہ

مقامہ	بلندی یا پستی	دایاں ا	دایاں ب	دایاں اوسط	بایاں ا	بایاں ب	بایاں اوسط	بلندی یا پستی	عام اوسط	مشاہدہ شدہ علامت کی بلندی	مقامہ کی کیفیت اور ریمارکس
(۱)	پستی	۰° ۲۴' ۰۰"	— —	— — —	۰° ۲۴' ۴۰"	— —	۰° — —	پ	۰° ۲۴' ۵۰"	— — —	زمین کے لیول تک پڑھا گیا۔ مزروعہ زمین میں بیرام پور سے شمال مشرق میں تقریباً ½ میل۔
(۲)	بلندی	۰ ۰۳ ۴۰	— —	— — —	۰ ۴۰ ۰۰	— —	— — —	ب	۰ ۰۳ ۵۰	— — —	درخت کی چوٹی تک پڑھا گیا۔ جنگلی جھاڑیوں کے وسط میں جو صدر ندی کے قریب کسی قدر اونچی زمین پر واقع ہے۔
(۳)	پستی	۰۰ ۰۵ ۲۰	— —	— — —	۰ ۰۶ ۲۰	— —	— — —	پ	۰ ۰۵ ۵۰	— — —	درخت کی چوٹی تک۔ جنگلی جھاڑیوں میں کسی قدر بلندی پر تقریباً ۰۰ گز بیرام پور گاؤں سے مشرق میں اور ۲۰ گز صدر ندی کے مغرب کو۔ گاڑی کا راستہ اور پیدل راستہ بیرام پور سے نور نگر کو ۳۰ گز اس جھاڑی کے جنوب میں جاتا ہے۔

... ۳۰۰ ... بلندی ۵ فٹ ہے

درختوں کے حال کے بیان میں اس سے کچھ بہت فائدہ نہیں کہ ان کے رنگ بتائے جائیں ، زیادہ اچھا تو یہ ہے کہ یہ بات معلوم کرنے کی کوشش کی جائے کہ یہ کیا درخت ہے ۔ ایسے درخت جیسے آم اور املی نہایت آسانی سے شناخت کیے جا سکتے ہیں لیکن اگر شبہہ ہو تو کسی مقامی باشندے سے پوچھ لینا چاہیے ، اور وہ عام طور پر صحیح نام بتا دیگا۔ سب سے زیادہ مناسب یہ ہے کہ اگر درخت کا نام معلوم ہونے میں غلطی ہونے کا کوئی احتمال ہو تو اس کی قسم کو بالکل تحریر نہ کیا جائے۔ درختوں کا حال بیان کرنے میں اچھا طریقہ یہ ہے کہ ان کا محل درختوں کے جھنڈ سے یا ایک دو درختوں سے شمال ، جنوب ، مشرق یا مغرب میں لکھ کر دکھا دیا جائے۔ کسی شخص (Object) کے "دائیں" یا "بائیں" سے احتراز کرو کیونکہ اس کا انحصار بالکل اُس محل پر ہوتا ہے جس محل سے کہ شخص کو دیکھا جائے ۔

(۸) کسی چار ضلعی شکل (دیکھو تختی ع ۱) کا حل حسابی عمل سے کرکے دکھانے کے لیے جب کہ ایک معاون مقام اور ایک تابع یا خارج المرکز مقام شامل کر لیا جائے ایک اصلی پیمائشی بیاض کے حل شدہ زاویے[1] یہاں دیدیے گئے ہیں اور ساتھ ہی مکمل حسابی عمل تاکہ ان کے موافق ان کے متعلقہ تختوں میں عمل کر دیا جائے ۔ ا ب بنیادی خط اس خاص صورت میں ایک نہر کے بائیں پشتہ پر جو تقریباً لیول تھا واقع تھی اور اس کی تحویل چونکہ بہت آسان تھی اس لیے اس کو اُس تختے میں جو اس غرض کے لیے ہے درج نہیں کیا گیا۔ مقام ا سے مقام ج کی السمت (Azimuth) یعنی حقیقی شمال سے سمتِ آفتاب کے ایک غیر نصف النہاری مشاہدہ سے قائم

[1] abstract angles

کی گئی تھی -

مقامات	افقی زاویے			انتصابی زاویے پ = پست ب = بلند			آلے کی بلندی	علامت کی بلندی	کیفیت
	°	′	″	پ °	′	″			
مقام ا سے مقام ب کو	۰	۰	۰	پ ۰	۰۰	۳۰	۵′ ۲″	۹′ ۵″	علامت کو
″ ″ ج کو	۳۰۶	۰۹	۳۹	پ ۰	۰۹	۲۵	...	۹′ ۴″	″ ″
″ ″ د کو	۳۲۶	۸۲	۲۶	پ ۰	۰۰	۱۵	...	۱۰′ ۱″	″ ″
سعادن	۳۲۳	۵۸	۵۶	۰۰	...	...	...	...	
مقام ب سے مقام ا کو	۰	۰	۰	ب ۰	۱۰	۳۶	۵′ × ۱½″	۹′ ۵″	علامت کو
″ ″ ج کو	۸۵	۰۵	۴۶	پ ۰	۰۲	۵۰	—	—	—
″ ″ د کو	۱۲۰	۲۴	۰۱	ب ۰	۰۴	۴۰	—	—	زمین کے لیول کو
″ ″ بلند تار کو	۲۰	۵۶	۳۵	پ ۰	۰۴	۲۰	—	—	
مقام ج سے مقام د کو	۰	۰	۰	ب ۰	۱۹	۱۰	۵′ ۱½″	۹′ ۴″	علامت کو
″ ″ ″ ب کو	۷۳	۵۸	۰۴	ب ۰	۱۰	۵۵	—	—	″
″ ″ ا کو	۱۱۵	۰۱	۴۷	پ ۰	۱۱	۵۵	—	—	
مقام د سے مقام ب کو	۰	۰	۰	ب ۰	۰۴	۰۵	۵′ ۳″	۱۰′ ۱″	علامت کو
مقام ″ ″ ا کو	۲۶	۰۸	۳۱	ب ۰	۰۴	۵۵	—	—	″ ″
″ ″ ج کو	۷۰	۴۳	۴۶	پ ۰	۰۴	۲۵	—	—	
سعادن مقام ... سے ب کو	۰	۰	۰	ب ۰	۲۵	۳۷	۳′ ۱۰″	۸′ ۱۰½″	علامت کو
″ ... ا کو	۷۴	۴۷	۲۴	ب ۰	۱۹	۰۰	—	—	″ ″
″ ... ج کو	۱۶۰	۰۹	۲۹	ب ۰	۱۹	۳۰	—	—	″ ″
″ ... د کو	۲۴۱	۳۶	۰۶	ب ۰	۲۵	۵۵	—	—	سطح زمین کو
بلند تار کو	۷۵	۰۹	۲۰	ب ۰	۵۰	۰۰	—	—	

۹ - علم مثلث کی رُو سے، اگر ا ب ج ایک مثلث ہو تو
پھر $\frac{\text{جب ا}}{\text{اَ}} = \frac{\text{جب ب}}{\text{بَ}} = \frac{\text{جب ج}}{\text{جَ}}$ اور جب ا ب ج زاویے
معلوم ہیں اور خط ا ب (جَ) کو ناپ لیا گیا ہے تو پھر $\text{اَ} = \frac{\text{جب ا}}{\text{جب ج}} \times \text{جَ}$ ، اور
$\text{بَ} = \frac{\text{جب ب}}{\text{جب ج}} \times \text{جَ}$ یعنی لوک اَ = لوک جَ + لوک جب ا + لوک
قوم ج، وغیرہ وغیرہ۔

(۱۰) اب ہم اس ضابطہ کو آسان شکل میں جو تختہ د میں اُفقی فاصلوں کے حل کرنے کے لیے درج ہے ذیل کی ہدایات کے ساتھ بیان کرینگے :-

پہلے تختہ مسطح کے سرسری نقشہ کو دیکھو اور اس میں سے سب سے زیادہ سڈول مثلث پسند کرلو اور اُس ضلع کی جس پر سے کہ پیمائش کا پھیلاؤ کرنا ہے دو طرف قیمت دریافت کرنے کی کوشش کرو - جو مثال سرسری نقشہ میں دی گئی ہے وہ ایک چار ضلعی شکل ہے جس کا قاعدہ ا ب معلوم ہے اور یہ ظاہر ہے کہ ج د وہ قاعدہ ہے جس پر دوسری چار ضلعی شکل بنائی جائیگی - مثلثوں کو مخالف سمتِ ساعت، ضلع معلومہ کو پہلے رکھ کر، لکھنا چاہیے - مثال میں ا ب ج پہلا مثلث ہوگا جس کو حل کرنا ہے اور جس کا ضلع ا ب اور تین زاویے معلوم ہیں - اس کو ا ب ج لکھنا چاہیے - مخالف سمت ساعت اس خیال سے پسند کی گئی ہے کہ تمام جہات شمال کی جہت سے ہیں اور شکل کے داخلی زاویے اس طرح اندرونی زاویے ہو جاتے ہیں (دیکھو باب پنجم متعلق حصری پیمائش حصہ اوّل)۔

ہر ایک مثلث کے تین داخلی زاویوں کا مجموعہ ۱۸۰ درجہ ہوتا ہے، اور اگر کوئی خطا ہے تو اس کے ثانیوں کے صحیح عددوں کو برابر مقدار میں زاویوں میں تقسیم کر دینا چاہیے مگر زاویوں کی مساحت کے تناسب

سے تقسیم نہیں کرنی چاہیے ۔ اور پھر جو کچھ بچ رہے تو اُس کو بحصّہ برابر بڑے زاویوں میں ڈال دو ۔ خُرد مثلثائی میں یہ کوشش نہیں کرنی چاہیے کہ زاویوں کی بہت پسائی کی جائے یعنی اقل مربعوں سے ممکن خطاؤں کو معلوم کریں، وغیرہ وغیرہ ۔

تصحیح شدہ زاویوں کو حاصل کر کے لوک جیب پہلے اور دوسرے زاویہ کے لیئے معلوم کرو اور تیسرے زاویے کا قاطع التمام (رقم ۲) معلوم کرو ۔ اور پہلی اور تیسری لوک کی قیمت کو دیے ہوئے لوک قاعدہ میں جمع کرلو اس سے پہلے زاویے کے ضلع کا لوک معلوم ہو جائیگا اور دوسرے اور تیسرے کے لوک کو دیے ہوئے لوک قاعدہ میں جمع کرو تو اس سے دوسرے ضلع کا لوک معلوم ہوگا ۔

نوٹ ۔ پڑھنے والے کو معلوم ہو جائیگا کہ تختہ دیر پنسل کو لوک جیب اور لوک فٹ کے خانے میں ایک سطر پر رکھنے سے وہ مقداریں جن کو جمع کرنا ہے دکھائی دیتی رہتی ہیں اور وہ خالی جگہ جہاں پر نتیجہ لکھنا ہے نظر کے سامنے ہو جاتی ہے ۔ آخر میں ان کے معکوس لوک " فٹوں " میں نکال لو اور تختے کو مکمل کر دو ۔

جہاں جہاں دوہری قیمتیں یعنی مشترک اضلاع پائے جائیں تو ان کی اوسطے لینی چاہیے اور ہر ایک مثلث میں ان کو درج کر دینا چاہیے اور آئندہ پیمائش کے پھیلاؤ کے لیے بنیادی خطوط بنا کر ان کو کام میں لانے کے لیے اختیار کرنا چاہیے ۔ مثال میں آخری دو مثلث ایک تقاطع نقطہ کے لیے لے گئے ہیں اور تیسرا زاویہ ہر ایک مثلث میں، اس لیئے تکمیلی ہے ۔ ان دونوں مثلثوں سے ایک مشترکہ ضلع حاصل ہوتا ہے اور بغیر اس پڑتال کے ایک تقاطع نقطہ مشکوک تصور ہوتا ہے ۔ مثلثوں پر مناسب طور پر شمار لگانے چاہییں ۔

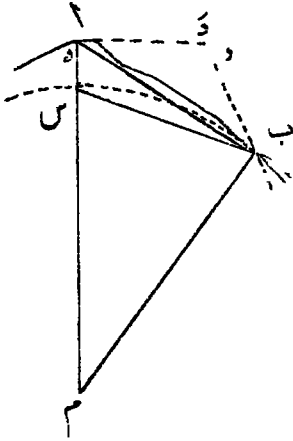
اس تختہ میں مندرجۂ ذیل فوائد ہیں : ۔ یہ خوب گتھا ہوا ہے اور اضلاع زاویوں کے مقابل میں آ جاتے ہیں یعنی اُس ہی سطر پر جس پر زاویے ہیں مثلاً ضلع ا یعنی ب ج اُس ہی سطر پر ہے جس پر زاویہ ا ہے ۔

۱۵ تختہ د

لوک فٹ = ۹۵۵۹ ۳،۳۴۵ ۵ قاعدہ ۷ سے = ۲۷۹۲،۲۶

مقامات	زاویے مشاہدہ شدہ			خطائی تقسیم بندی		حسابی عمل کے لیے تحویلی زاویہ			لوک جیب			لوک فٹ			فٹ	ضلع
ا	۵۳°	۵۰′	۴۱″	+	۳″	۵۳	۵۰	۴۴	۱̅	۹۰۷	۰۷۳۹	۳	۵۳۵	۵۴۰۱	۳۴۳۱،۹۵	ب ج
ب	۸۵	۰۵	۴۶	+	۴	۸۵	۰۵	۵۰	۱̅	۹۹۸	۴۰۸۱	۳	۶۲۶	۸۷۴۳	۴۲۳۵،۲۰	ا ج
ج	۴۱	۰۲	۴۲	+	۳	۴۱	۰۳	۴	۰	۱۸۲	۵۱۰۳					
	۱۷۹	۵۹	۵۰	+	۱۰	۱۸۰	۰۰	۰۰								
۲۵ لوک فٹ = ۹۵۵۹ ۲،۴۴۵ مثلث کے قاعدہ ۷ سے																
ا	۲۳	۲۷	۳۴	−	۲	۲۲	۲۷	۳۲	۱̅	۷۴۱	۴۱۸۳	۳	۵۴۰	۳۴۱۸	۲۴۹۴،۱۵	ب د
ب	۱۲۰	۴۴	۰۱	−	۲	۱۲۰	۲۳	۵۹	۱̅	۹۳۵	۷۶۷۴	۳	۷۳۷	۶۹۰۷	۵۴۶۶،۲۷	ا د
د	۳۶	۰۸	۳۱	−	۲	۳۶	۰۸	۲۹	۰	۳۵۵	۹۶۷۶	۳	۵۴۳	۳۴۷۶	۳۴۹۴،۲۰	اوسط مشترک
	۱۸۰	۰۰	۰۶	۰۰	۶	۱۸۰	---	...	...	---	۰۰	۳	۷۳۷	۶۹۳۸	۵۴۶۶،۳۱	اوسط
۳۵ لوک فٹ = ۸۷۴۳ ۳،۶۲۶ (مثلث) ا سے																
ج	۱۱۸	۰۱	۴۷	+	۴	۱۱۵	۰۱	۵۱	۱̅	۹۵۷	۱۶۶۷	۳	۷۳۸	۶۹۶۸	۵۴۶۶،۳۴	ا د
ا	۲۰	۲۲	۴۷	+	۳	۲۰	۲۲	۵۰	۱̅	۵۴۱	۸۹۶۰	۳	۳۲۲	۴۴۶۱	۲۱۱۱،۰۰	ج د
د	۴۴	۳۵	۱۵	+	۴	۴۴	۳۵	۱۹	۰	۱۵۳	۹۵۵۸	۳	۷۳۷	۶۹۳۸	۵۴۶۶،۳۱	اوسط مشترک
	۱۷۹	۵۹	۴۹	+	۱۱	۱۸۰	۰۰	۹۰								
۴۵ لوک فٹ ۵۴۰۱ ۳،۵۳۵ (مثلث) ا سے																
ج	۷۳	۵۸	۰۴	−	۲	۷۳	۵۸	۰۲	۱̅	۹۸۲	۷۷۰۳	۳	۵۴۳	۳۵۴۴	۳۴۹۳،۴۴	
ب	۳۵	۱۸	۱۵	−	۱	۳۵	۱۸	۱۴	۱̅	۷۶۱	۸۶۲۵	۳	۳۲۲	۴۴۵۶	۲۱۰۱،۱۱	
د	۷۰	۴۳	۴۶	−	۲	۷۰	۴۳	۴۴	۰	۰۳۵	۰۴۳۰	۳	۵۴۳	۴۳۷۹	۳۴۹۴،۲۲	اوسط مشترک
	۱۸۰	۱۰۰	۰۵	−	۵	۱۸۰	۰۰	۰۰	---			۳	۳۲۲	۴۳۵۹	۲۱۰۱،۰۵	〃 〃
۵۶ لوک فٹ = ۹۵۵۶ ۳،۴۴۵ (مثلث) کے قاعدہ ۷ سے																
ا	۱۰۲	۰۹	۳۰	−	−	−	−	−	۱̅	۹۹۰	۱۴۷۶	۳	۵۱۳	۰۱۲۱	—	—
ب	۲۰	۵۶	۳۵	۰	۰				۱̅	۵۵۳	۲۰۳۱	۳	۰۷۶	۰۶۷۹	۱۱۹۱،۳۷	
بلند تاڑ	معاون					۵۶	۵۳	۵۵	۰	۰۷۶	۹۰۸۶	−	−	−	−	
						۱۸۰	−	−				۳	۰۷۶	۰۷۹۰	۱۱۹۱،۳۸	اوسط مشترک
۵۷ لوک فٹ = ۶۹۲۴ ۳،۵۳۳ (مثلث/تختہ) ف سے																
ا	۴۲	۰۸	۲۶	−	−	−	−	−	۱̅	۹۶۱	۲۰۲۹	۳	۴۹۵	۷۰۳۲		
مقام معاون کی	۲۰	۲۱	۵۶						۱̅	۵۴۱	۵۸۹۹	۳	۰۷۶	۰۹۰۳	۱۱۹۱،۳۹	
بلند تاڑہ	معاون					۹۱	۲۹	۳۸	۰	۰۰۰	۸۰۸۰	۰۰۰				
	−	−	۰	۰	۰	۱۸۰	۰۰	۰۰				۳	۰۷۶	۰۷۹۰	۱۱۹۱،۳۸	اوسط مشترک

(۱۶)

(۱۱) ارتفاعوں کا حسابی عمل (دیکھو ضمیمہ پنجم) —— فرض

کرو ا اور ب دو نقاط سطح زمین پر ہیں اور م زمین کا مرکز ہے - ا دَ اور ب د عمود ا م اور ب م پر علی الترتیب ہیں یہ ا اور ب نقاط پر لیول سطح کی سمتوں کو ظاہر کرینگے اور زاویہ ب ا دَ اور ا ب د دونوں مساوی خیال کیے جاسکتے ہیں اگر زاویہ ب ا دَ اور ا ب د ایک ہی وقت میں متکافی مشاہدہ کیے گئے ہیں ایسی حالت میں انحراف مساوی یا مستقل ہوتا ہے -

م س کو م ب کے برابر بناؤ - تب ا س = ارتفاع = ہ یعنی ا اور ب ارتفاعوں کے فرق کے -

فرض کرو پ‍ٖ اور پ‍ٗ نقاط ا اور ب پر مشاہدہ شدہ نشیب[1] ہیں - اب زاویہ ا ب س = زاویہ م س ب - زاویہ ب ا م' اور زاویہ ا ب س = زاویہ ا ب م - زاویہ س ب م' اور چونکہ زاویہ م ب س = م س ب' اس لیے جمع کرنے سے زاویہ ا ب س $= \frac{1}{2}$ (زاویہ ا ب م - زاویہ ب ا م)' اور چونکہ زاویہ ب ا دَ = زاویہ ا ب د' اس لیے زاویہ ا ب س = $\frac{1}{2}$ (زاویہ د ب م - زاویہ دَ ا م) = $\frac{1}{2}$ (پ‍ٗ - پ‍ٖ) = ن

ایسی حالت میں ب س سطح زمین کا اس قدر تھوڑا سا حصہ ہے کہ ہ کو ب س × مس ا ب س کے مساوی خیال کیا جاسکتا ہے - یعنی ہ = ب س × مس (پ‍ٗ - پ‍ٖ) $\frac{1}{2}$' یا اگر ا یک زاویہ بلندی ہے تو د = ب س × مس $\left(\frac{\text{پ‍ٖ} + \text{پ‍ٗ}}{2}\right)$ یعنی محاذی زاویہ نسر

[1] depressions نشیب — Reciprocal متکافی
دو طرفی - متکافی

مساوی ہے نصف جبری فرق کے جو دونوں نشیبوں یا دونوں بلندیوں میں ہو، اور مساوی ہے نصف جبری مجموعے کے جو ایک نشیب اور ایک بلندی میں ہو ایسے حسابی عمل میں جبری علامات ان کے ساتھ ہونی چاہییں۔ اگر صرف ایک زاویہ کا مشاہدہ کیا گیا ہے تو شکل سے معلوم ہو جائیگا کہ اگر انعطاف (سُر) زاویہ ب ا دَ کے لیے ہے تو انعطاف (سر) = $\frac{\text{ب س} - (\text{پ}_{\text{ا}} - \text{پ}_{\text{ب}})}{۲}$ لیکن جب متکافی زاویے پڑھے گئے ہوں تو انعطاف = سر کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے اور $\frac{\text{سر}}{\text{ب س}}$ کو قدرِ انعطاف کہتے ہیں اور جس کو ہندوستان میں ۰۶۷ء خیال کیا جا سکتا ہے۔

اب ہ مندرجۂ بالا ضوابط میں ا اور ب کی سطح زمین کی بلندیوں کے فرق کو ظاہر کرتا ہے اور اگر $\text{ل}_{\text{ا}}$ = آلہ کا ارتفاع مقام ا پر، $\text{ع}_{\text{ا}}$ = ارتفاع علامت مقام ا پر، $\text{ل}_{\text{ب}}$ ارتفاع آلہ مقام ب پر، $\text{ع}_{\text{ب}}$ ارتفاعِ علامت مقام ب پر اور اگر ا وہ مقام ہے جس کا ارتفاع معلوم ہے اور ب وہ مقام ہے جس کا ارتفاع مطلوب ہے تب ب کا ارتفاع = ارتفاع ا ± ب س × مس سر + $(\text{ع}_{\text{ا}} - \text{ع}_{\text{ب}} + \text{ل}_{\text{ا}} - \text{ل}_{\text{ب}}) \frac{1}{۲}$ -

اگر صرف ایک ہی زاویہ مشاہدہ کیا گیا ہے تب انحنا اور انعطاف کی تقسیم رسدی پر غور کرنا چاہیے اور یہ تقسیم رسدی ہمیشہ مثبت ہوتی ہے اور جدول سے حاصل کی جاتی ہے جو ضمیمہ ۲[1] میں ہے۔ اس جدول میں وہ زاویہ دیا گیا ہے جو محاذی ضلع کے نوک سے حاصل ہوتا ہے۔ جبری مجموعۂ سر کی قیمت ہوتی ہے۔

انعطاف کم و بیش ایک بجے سے تین بجے تک بعد دوپہر مستقل رہتا ہے اور چونکہ دوطرفی[2] مشاہدے ایک ہی وقت میں نہیں کیے جا سکتے اس لیے انتصابی زاویے مندرجۂ بالا وقت میں لیے جاتے ہیں۔

تختہ ع میں دونوں صورتوں کے لیے یعنی (۱) دو طرفی مشاہدہ شدہ قیمتیں

---

[1] (سر ضمیمہ ۲ کی جدول دیکھو) یا ایک انداز آقاعدہ یہ ہے: تقسیم رسدی فٹوں میں = $\frac{۲}{۳}$ اُس فاصلہ کا مربع جو مقامہ جات کے درمیان میلوں میں ہے)۔

[2] Simultaneous

کے لیے اور (۲) مفرد قیمتوں کے لیے خانے رکھے گئے ہیں۔ لوک ضلع مثلث کے تختہ د سے لیا جاتا ہے۔ بطور احتیاط کے طلبا کو متنبہ کیا جاتا ہے کہ مفرد ارتفاعی قیمتوں پر اعتبار نہیں کیا جا سکتا اس لیے کہ انعطاف اور دباؤ تبدیل ہوتے رہتے ہیں اور اس کے علاوہ چاشنی شعاع کی موجودگی بھی پائی جاتی ہے۔ یہ تمام نتائج کو ناقص کرتے ہیں۔

یہ بات بھی یاد رکھنے کی ہے کہ ارتفاع جو دوطرفی[1] مقداروں سے حاصل کیے جاتے ہیں گو وہ ایک دوسرے سے ظاہرہ مل جاتے ہیں لیکن یہ کسی طرح بھی اتنے قابلِ اعتبار نہیں ہوتے جتنے کہ وہ ارتفاع جو معمولی لیول سے حاصل کیے جاتے ہیں سوائے بہت ناہموار پہاڑی زمینوں کے جہاں لیول کرنا ناممکن ہے۔

تختہ ع

مقام (ا) معلومہ / مقام معلومہ کا ارتفاع / مقام مطلوبہ (ب)	ا ۱۰۱۵۶۰۴ ب Δ عـا	ا ۱۰۱۵۶۰۴ بلند تاڑ Δ ـــ	ب ۱۰۱۰۶۲۲ بلند تاڑ Δ ـــ	Δ ـــ
(۱) دوطرفی[1] قیمتوں کے لیے	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″
+ یا - پ ا	- ۰ / ۰۰ / ۳۰			
+ یا - پ ب	+ ۰ / ۱۰ / ۳۶			
جبری مجموعہ = ۲ ن	- ۰ / ۱۱ / ۰۶			
ن/۲	- ۰ / ۰۵ / ۳۳			
(۲) مفرد قیمتوں کے لیے ± ب ا		- - / ۲۳ / ۰۰	- - / ۰۴ / ۲۰	
رسدی درستی انحنا اور انعطاف کے لیے (دیکھو جدول)[2]	+	+ / ۰۵	+ / ۱۴	
جبری مجموعہ = ن / لوک مس ن / لوک ضلع / لوک ه	۲ ۲۰۸ ۰۱۹۵ / ۳ ۴۴۵ ۹۵۵۸ / ۰ ۶۵۳ ۹۶۵۳	۳ ۸۲۹ ۲۵ ۲۳ ۳۹ / ۳ ۰۲۶ ۰۸ / ۰ ۹۰۵ ۴۷	- ۳ ۰۲۶ ۰۶ ۰۴ ۵۱ / ۳ ۵۱۳ ۰۱ / ۰ ۵۸۹ ۵۲	
(۱) $(ع_ا - ع_ب + ا_ا - ا_ب) \frac{1}{2}$ ± ه / (۲) = $(ا_ب - ع_ب)$	-۴۶۵۱ / -۰۶۳۱	-۸۶۴۲ / +۵۶۱	-۳۶۹ / +۵۶۱	
مقام ا کا ارتفاع معلومہ	۱۰۱۵۶۰۴	۱۰۱۵۶۰	۱۰۱۰۶۲	
معلوم کردہ ارتفاع ب کا	۱۰۱۰۶۲۲	۱۰۱۱۶۹	۱۰۱۱۶۴	
اوسط قیمت		(اوسط)	۱۰۱۱۶۷	

یہاں ب ا = بلندی مقام ا پر
پ ا = نشیبی مقام ا پر
ب ب = بلندی مقام ب پر
پ ب = نشیبی مقام ب پر
ع ا = علامت کی بلندی ا پر
ع ب = علامت کی بلندی ب پر
ا ا = ارتفاع آلہ مقام ا پر
ا ب = ارتفاع آلہ مقام ب پر

[1] ضمیمہ چہارم کو دیکھو ایک خفیف زاویے کے لوکوں کے حل کے لیے۔
[2] ضمیمہ ۔
[1] Reciprocal

(۱۸)

(۱۲) **تختہ ف** - یہ تختہ ایک نقطہ کے حسابی عمل کے لیے ہے یہ وہ نقطہ ہے جس سے تین معلوم نقاط کے شمار کو پڑھا گیا تھا یا بالفاظِ دیگر یہ "تختہ مسطح" کے ایک تثبیت کو علمِ مثلثی سے حل کرنا ہوتا ہے - یہاں تمام زاویے مثلث ا ب ج کے معلوم ہیں اور نیز زاویے عہ اور بہ جن کو مقامہ نر سے دیکھا گیا تھا اور مقامہ نر ایسا ہے جس کو معلوم کرنا ہے - یہ ظاہر ہے کہ زاویے ج ا نر اور ج ب نر مطلوبہ ہیں - ان زاویوں کو زاویے لا اور ما سے علی الترتیب تعبیر کرو -

تب ج + عہ + بہ + لا + ما = ۳۶۰°

فرض کرو (ج + عہ + بہ) = پ

تب لا + ما = ۳۶۰ - پ

اور ج نر = $\frac{\text{بَ جب لا}}{\text{جب عہ}} = \frac{\text{اَ جب ما}}{\text{جب بہ}}$

بروئے علمِ مثلث $\frac{\text{جب لا}}{\text{جب ما}} = \frac{\text{اَ}}{\text{بَ}} \times \frac{\text{جب عہ}}{\text{جب بہ}}$

لہذا $\frac{\text{اَ جب عہ}}{\text{بَ جب بہ}} = \frac{\text{جب لا}}{\text{جب ما}}$ = مس فہ کے سمجھ لیا جائے

جمع اور تفریق کرنے سے

$\frac{\text{جب لا} - \text{جب ما}}{\text{جب لا} + \text{جب ما}} = \frac{\text{مس فہ} - ۱}{\text{مس فہ} + ۱}$ = مس (فہ - ۴۵°)

لیکن $\frac{\text{جب لا} - \text{جب ما}}{\text{جب لا} + \text{جب ما}} = \frac{\text{مس}\ \frac{1}{2}\ (\text{لا} - \text{ما})}{\text{مس}\ \frac{1}{2}\ (\text{لا} + \text{ما})}$

لہذا مس (فہ - ۴۵°) = $\frac{\text{مس}\ \frac{1}{2}\ (\text{لا} - \text{ما})}{\text{مس}\ \frac{1}{2}\ (\text{لا} + \text{ما})}$

یا مس $\frac{1}{2}$ (لا - ما) = مس $\frac{1}{2}$ (لا + ما) × مس (فہ - ۴۵°)

اور اس کو نہایت آسانی سے لوگارتمی طریقے سے حل کرنے کے لیے
اختیار کیا جاسکتا ہے تختہ ف کا بائیں طرف کا حصہ تختہ د کی نقل
ہے جس سے اضلاع کا حل کیا جاتا ہے ۔ دیکھو کہ زاویہ ا ب ج
تکمیلی ہے ۔ زاویہ ا ج نہ اور ب ج نہ کا مجموعہ زاویہ ا ج ب
کے برابر ہونا چاہیے لیکن یہ کبھی اتفاق سے ٹھیک آتا ہے ۔ بڑی وجہ
اس کی یہ ہے کہ تین مثلثوں کے تقاطعات سے ا ر ر کی قیمت حاصل
کی جاتی ہے ۔ اس کی ایک مثال نقرہ ۳ کے گوشوارہ سے قیمتیں
لے کر حل کر دی گئی ہے ۔

معاون مقامہ جات کا زیادہ استعمال کرتے رہنا چاہیے
اس لیے کہ یہ اکثر کسی خالی جگہ کے بھرنے میں یا جہاں نقاط
کم ہوں کام آتے ہیں اور معاون مقامہ کے تقاطع سے اور
حسابی عمل سے بہت سے متقاطع مقامات کو اختتامی طور پر
دو کرنوں سے ثبت کیا جا سکتا ہے ۔ ایسے مقامہ جات کسی خطِ مسافت
پر مشاہدہ کیے جا سکتے ہیں ۔ یہ ضروری نہیں کہ یہ پہاڑی کے اوپر
ہوں بلکہ وہاں ہونے چاہییں ، جیسا کہ ابھی بیان کیا جاچکا ہے ،
جہاں نقاط کم ہوں ۔ مصنف کتاب نے جہاں کہیں
ممکن ہوا ایک نقطہ "تختہ سطح" کی پیمائش کے ہر ایک
قطعہ کے کنارے پر ثبت کرنے کی کوشش کی اور اس طرح چار قطعوں
پر نقطہ ثبت کیا جاسکا ۔

تختہ ف

	زاویے				لوکارتم			مقادیر جات	زاویے			لوک جیب			لوک فٹ			فٹ	ضلع
[1] ج (یا ۳۶۰° − ج) دیکھو مثلث ۳ صفحہ ۲۳	۱۱۵°	۰۱′	۵۱″						لوک	ب	=	۳	۹۲۶	۸۶۴۳					
عہ	۱۱۵	۲۲	۰۵	لوک جیب عہ	۱̄	۹۵۵	۹۹۳۹	۱ (لا)	۱۷°	۴۹′	۱۸″	۱̄	۴۸۵	۸۰۰۰	۳	۱۵۶	۷۱۰۴	۱۴۳۳۴۴۷	ج س
بہ	۷۱	۲۶	۳۷	لوک تم بہ	۰	۰۲۳	۱۸۹۷	ج (معاون)	۴۶	۴۸	۳۷	۱̄	۸۶۲	۷۸۲۰	۳	۵۳۳	۶۹۱۴	۳۴۱۷۳۴۷	ا س
مجموعہ = پ	۳۰۱	۵۰	۴۳	لوک اَ	۳	۳۲۲	۴۳۵۹	معاون (عہ)	۱۱۵	۲۲	۰۵	۰	۰۴۲	۰۳۶۱					
۳۶۰° − پ = لا + ما	۵۸	۰۹	۱۷	لوک ب	۳̄	۳۷۳	۱۴۵۷		۱۸۰	۰	۰				۳	۱۵۶	۷۰۹۴	۱۴۳۳۴۴۷	
فہ	۲۵	۱۸	۴۴	لوک مس فہ	۱̄	۶۷۴	۷۱۲۲		لوک	اَ	=	۳	۳۲۲	۴۲۵۹					
فہ − ۴۵°	−۱۹	۴۱	۳۶	لوک مس (فہ − ۴۵)	۱̄	۵۵۳	۷۸۷۷	ب (ما)	۳۰	۲۰	۱۰	۱̄	۸۱۱	۰۸۵۷	۳	۱۵۶	۷۰۸۳	۱۴۳۳۴۴۸	ج س
[2] $\frac{لا + ما}{۲}$	۲۹	۰۴	۴۱	لوک مس $\frac{لا + ما}{۲}$	۱̄	۷۴۵	۱۹۱۰	ج (معاون)	۶۸	۱۳	۱۳	۱̄	۹۶۷	۸۳۴۷	۳	۳۱۳	۴۵۸۳	۲۰۵۸۵۰۹	ب س
								س (بہ)	۷۱	۲۶	۳۷	۰	۰۲۳	۱۸۹۷					
[3] $\frac{لا - ما}{۲}$	−۱۱	۱۵	۲۶	لوک مس $\frac{لا - ما}{۲}$	۱̄	۲۹۸	۹۴۷۷		۱۸۰	۰۰	۰۰				۳	۱۵۶	۷۰۹۴	۱۴۳۳۴۴۷	اوسط
لا	۱۷	۴۹	۱۸																
ما	۳۰	۲۰	۱۰																

صورت اول — صورت دوم — صورت سوم

[1] صورت ۳ میں، ۳۶۰° − ج لینا چاہیے بجائے ج کے۔

[2] جب $\frac{لا + ما}{۲} < ۹۰°$، $\frac{لا - ما}{۲}$ کی وہی علامت ہوتی ہے جو فہ − ۴۵° کی ہوتی ہے۔
جب کہ $\frac{لا + ما}{۲} > ۹۰°$، $\frac{لا - ما}{۲}$ کی علامت مختلف ہوتی ہے فہ − ۴۵° سے۔

[3] $\frac{لا + ما}{۲}$ کی علامت ہمیشہ + ہوتی ہے۔
اگر ج + عہ + بہ = ۱۸۰° تو یہ مسئلہ ناقابل حل ہو جاتا ہے۔

نوٹ:- مندرجۂ بالا سے معلوم ہوگا کہ زاویہ ا جو ج اور س معاون مقامہ کے درمیان ہے ۹۹° ہے اس کا مقابلہ اسی زاویہ سے جو حقیقی طور پر مشاہدہ شدہ ہے کرو ...

(۲۰)

(۱۳) **فارم ک** ——— بعض اوقات ایسا ہوتا ہے کہ کسی پہاڑی کی چوٹی پر جو جگہ پسندیدہ ہوتی ہے اس جگہ پر کوئی مقبرہ یا مندر یا کوئی اور مستقل عمارت موجود ہوتی ہے، اور اس وجہ سے کہ مثلثاثی کو جاری رکھا جائے یا تیسرے تقاطع کے لئے ہوں تاکہ خاص متقاطع نقاط کو قائم کر لیا جائے اور اگر ایسا نہیں کیا گیا تو ان کا پوشیدہ ہو جانا یقینی ہے، اس پہاڑی پر ایک مقامہ کا ثبت کرنا ضروری ہو جاتا ہے - بہت سی کتابوں میں ایک ایسے مقامہ کی مثال یا تشریح دی جاتی ہے جس کو تابع "مقامہ کے نام سے ہندوستان میں پکارا جاتا ہے، اور امریکہ میں ایک خارج المرکز مقامہ کے نام سے - پڑھنے والا اس خیال پر جا پڑتا ہے کہ ایک "تابع" مقامہ عام طور پر پایا جاتا ہے - در اصل یہ صورت حال نہیں ہے - بہترین مثلثاثی میں جو اس وقت تک کی گئی ہے اس میں یہ کبھی استعمال نہیں ہوا، ورنہ ثلاثی یا ادنئے درجہ کی مثلثاثی میں اس کی موجودگی خال خال ہے، وجہ یہ ہے کہ تھوڑی سی دوراندیشی سے یا ایک معاون مقامہ سے جیسا کہ گزشتہ فقرہ میں ذکر کیا جا چکا ہے اس قسم کے مقامہ سے بچ سکتے ہیں -

زیادہ سے زیادہ ممکن موقع جس میں یہ صورت پیش آتی ہے وہ مشکوک نقاط کے تقاطع ثانی میں ہوتا ہے - مثلاً کسی شہر کی پیمائش میں اگر ایک جھنڈے کو جو کسی برج پر نصب ہے مقاموں سے تقاطع کیا گیا ہے اور اس بات کی ضرورت محسوس ہوئی کہ کوئی مقامہ اس برج پر قائم کیا جائے اس لیے کہ محل عین جھنڈے کے نیچے ہونا ناممکن ہوگا تو ایسی صورت میں زاویہ گیر کسی موزوں جگہ پر نصب کر لیا جاتا ہے، فرض کرو ن پر (دیکھو شکل حالت اول - تختہ ف)، ب اس میں جھنڈا ہے اور ا اور س وہ مقامے ہیں جن سے ب کو پڑھا گیا تھا -

ن پر زاویہ گیر کو مقناطیسی شمال میں قائم کیا اور مقروئات

ا، ب، ج زاویوں کے اُس ہی احتیاط سے لیے جیسے کہ مقامہ جات پر۔ مقناطیسی شمال ایسی حالت میں صفر مقامہ ہے اور زیرین تختی اس سمت میں باندھ دی جاتی ہے ۔ ن ب کو بہت احتیاط سے فیتہ سے ناپ لیا جاتا ہے ۔

اُن زاویوں کو جو ن پر ہوں ب کے زاویوں میں تحویل کرنے کے لیے مندرجۂ ذیل عمل کرتے ہیں :۔

مثلث ا ب ج میں زاویے ا اور ج اور قاعدہ ا ج معلوم ہیں۔ ان معطیات سے ہم ا ب اور ب ج اضلاع کی ایک تقریباً بالکل صحیح قیمت معلوم کر سکتے ہیں ۔ مثلث ا ن ب میں زاویہ ا ن ب (ن) کا مشاہدہ کیا جا چکا ہے، ن ب (اَ) کو ناپ لیا گیا ہے اور ا ب (ز) معلوم ہے، اگر ہم زاویہ ن ا ب کی قیمت ثانیوں میں لیں تو ہم کو اُس کی قیمت معلوم ہوگی {(ن ب) × (جب ا ن ب)} ÷ {(ا ب) × (جب ا ثانیہ)} جس میں نسبت $\frac{\text{ن ب}}{\text{جب اَ}}$ مستقل ہوتی ہے

مثلث ا ن ب میں اس لیے

زاویہ ا (ثانیوں میں) = $\frac{\text{اَ}}{\text{جب اَ}} \times \frac{\text{جب ن}}{\text{ز}}$

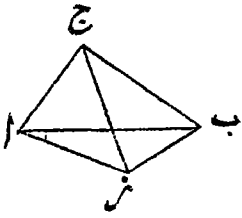
اس لیے لوک زاویہ ا ثانیوں میں

= لوک اَ + لوک جب ن ـ لوک ز ـ لوک جب ا ثانیہ

جب کہ لوک جب ا ثانیہ = ۶٫۶۸۵۵۷۴۹

(۲۰)

اس سے ہم کو وہ تقسیم رصدی حاصل ہوئی جو مقناطیسی سمت میں ن ا میں کی جائیگی تا کہ ب ا حاصل ہو جائے، اور اسی طرح ن ج کی سمت میں ب ج کی سمت حاصل کرنے کے لیے ۔ ب ج کی مقناطیسی سمت میں سے تفریق کرنے سے ہم کو درمیانی زاویہ ا ب ج حاصل ہو جاتا ہے۔ اور یہ ظاہر ہے کہ مقناطیسی سمتوں کی کوئی وقعت نہیں ہے جب کہ تحویل پوری طرح کر لی جائے ۔

جب ن کی علامت کو بہت احتیاط سے خیال میں رکھنا چاہیے ۔ اور

اس قسم کی غلطیوں کے احتمال کو دور کرنے کے لیے یہ اچھا ہوگا کہ ایک شکل جس میں شمال کی سمت ہو بنالی جائے اور علامت اُس ہی کے موافق لگائی جائے۔ مثال میں اگر ج ا ٹھیک شمال کی طرف ہے تو پھر نہ ا کی جہت ب ا کی جہت سے زیادہ ہوگی اور زاویہ نہ ا ب کو ب ا کی سمت حاصل کرنے کے لیے نہ ا کی سمت سے تفریق کرنا پڑیگا۔

عمل کو ظاہر کرنے کے لیے ایک مثال ذیل میں حل کی جاتی ہے:-

فرض کرو کہ زاویہ گیر ج مقامہ کے نشان پر نصب نہیں کیا جاسکتا اور ذیل کے مشاہدے ج سے ایک مقامہ کے نقطہ جَ = ۱۲۹ دقیقہ ۴ ثانیے سے کیے گئے تھے۔ زاویے جو جَ سے ج کو تحویل کیے جائینگے ان کو اصلی مشاہدوں سے جو ج سے کیے گئے ہوں مقابلہ کرنا چاہیے (دیکھو پلیٹ ا)۔

	°	′	″
جَ پر مقناطیسی شمال ہے			
〃 〃 سے مقامہ د کو	۲۰۴	۰۵	۵۸
〃 〃 〃 ب کو	۲۷۶	۵۴	۳۶
〃 〃 〃 ا کو	۳۱۶	۳۸	۵۶
〃 〃 〃 ج کو	۳۳۹	۲۵	۲۶

تختۂ گ

لوک $\frac{و}{جب ا}$[1] = مستقل لوک = ۱۰ + ۳۱۱۱۶۹۹۳ − ۲۶۱۱۱۶۹۹۳ − ۴۹ ۷ ۶۸۵۵ ۶ ۷ ۴ = ۴۲۶۱۲۴۴

مقامہ	معطیات	لوکارتمی حسابی عمل		تقسیم رسدی
	مستقل لوک لوک جیب با (زاویہ ب جَ ج)	۷ ۱̄	۴۲۶۱۲۴۴ ۸۹۹۵۴۷۴	
	میزان لوک نہ (ب ج) لوک اً ثانیوں میں	۷ ۳	۳۲۵۶۷۱۸ ۵۳۵۵۴۰۱	ب سے جَ کی سمت = ۲۷۶° ۵۴′ ۳۶″
		۳	۷۹۰۱۳۱۷	زاویہ جَ ب ج = ۱° ۴۲′ ۱۷″
	= ا		″۶۱۶۷ = ۱° ۴۲′ ۴۷″	لہٰذا سمت ج کی ب کو = ۲۷۵° ۱′ ۴۹″ [2] زاویہ درمیانی ب ج ا = ۴۱° ۲′ ۵۴″
	مستقل لوک لوک جیب نہ (زاویہ ا جَ ج)	۷ ۱̄	۴۲۶۱۲۴۴ ۳۴۴۶۳۳۹	سمت ا سے جَ کو = ۳۱۶° ۳۸′ ۵۶″ زاویہ ا ج ا = ۲۳′ ۱۳″
	میزان کل لوک نہ (ا ج) لوک ا ثانیوں میں = ا	۶ ۳	۷۷۰۷۵۸۳ ۹۲۹۸۷۴۳	∴ سمت ج سے ا کو = ۳۱۶° ۱۵′ ۴۳″ [2] زاویہ درمیانی ب ج ا = ۴۱° ۰۳′ ۵۴″
		۳	۱۴۳۸۸۴۰ ″۱۳۹۳ = ۲۳′ ۱۳″	

[1] جیب نہ / ب = جیب نہ / ا ب - لیکن چونکہ زاویہ نہ ا ب بہت چھوٹا ہے = ثانیوں کی تعداد نہ ا ب × جیب ۱″ اس لیے اگر ا = تعداد ثانیوں کی جو نہ ا ب میں ہے تب جیب نہ / ب = ا × جیب ۱″ / ز یا ا = ز / جیب ۱″ × جیب نہ / ب یعنی نہ / جیب ۱″ ب - ایک مستقل ہوتا ہے۔

[2] یہ زاویہ اس طرح حاصل کیا جاتا ہے کہ اس سمت کو جو ایک مثلث کے حل کرنے سے حاصل ہوا اس کو دوسرے مثلث سے حاصل کی ہوئی سمت میں سے تفریق کردیا جاتا ہے۔ تختہ کے دونوں خانوں میں حاصل شدہ قیمت کا اندراج کردینا چاہیے۔ مقامہ ج پر جو زاویہ ہے وہ درمیان ا اور ب کے ہے (فقرہ ۳۶)۔

بعض اوقات ایسا ہوتا ہے کہ زاویوں کے ایک دور میں کسی خاص مقام سے کوئی مقام جس کا مشاہدہ ضروری ہوتا ہے وہ دکھائی نہیں دیتا تو ایسی حالت میں آلہ کو ایسی جگہ لے جاتے ہیں جہاں سے کہ یہ مقام مرئی ہو اور اسی ترکیب سے جو کہ اوپر بیان کی گئی ہے زاویہ کی تحویل اصلی نشان میں کی جاتی ہے۔

تابع مقامہ جات کے زاویوں کی تحویل صحیح ہوتی ہے لیکن یہ بہت محنت کا کام ہے اور سومی درجہ کی پیمائش کے مختصر سلسلوں کے لیے جو انجینیر کو چلانے پڑتے ہیں یہ بتا دینا غلط نہ ہوگا کہ ایک معاون مقامہ بنا لیا جائے اور اس کو اسی طرح حل کیا جائے جیسا کہ تختہ ف میں دکھایا گیا ہے۔

(۱۴) ایک مثلث کے دو اضلاع اور ان کا درمیانی زاویہ معلوم ہے تیسرے ضلع کو حل کرنا —— اس باب کے کسی پچھلے فقرہ میں جیسا کہ بیان کیا جا چکا ہے بعض دفعہ ایسا پیش آجاتا ہے کہ ایک ضلع مثلثائی کی توسیع کے لیے مطلوب ہوتا ہے یا یہ کہ پیمائش شدہ بنیادی خط سے مثلثائی کی توسیع میں یہ مطلوب ہوتا ہے کہ اس کی صحت کی پڑتال کی جائے ۔ مثال میں ہم کو یہ فرض کرنا ہے کہ ا اور د کے درمیان کوئی دو طرفی مشاہدے نہیں کیے گئے ہیں ۔ اور ہم یہ چاہتے ہیں کہ توسیع کی صحت کو بنیادی خط ا ب سے پڑتال کریں یعنی ہم ا سے د تک کا فاصلہ معلوم کرنا چاہتے ہیں۔

ذیل کے ضابطے اس تختہ میں کام میں آتے ہیں :-

تختہ ۃ کے لیے ملاحظہ ہو صفحہ ۳۴ -

$$\text{مس}\ \frac{ا-ب}{۲} = \frac{اَ-بَ}{اَ+بَ} \times \text{مم}\ \frac{ج}{۲}\quad \text{اور}\ جَ = (اَ+بَ)$$

$$\text{جب}\ \frac{ج}{۲}\ \text{قط}\ \frac{ا-ب}{۲}$$

تختہ ۵

دو اضلاع اور مشمولہ زاویہ سے تیسرے ضلع کو محسوب کرنا

مثلث	معطیات	ضابطہ: مس (ا − ب)/۲ = (ا − ب)/(ا + ب) مم ج/۲	لوکارتمی حسابی عمل		(ا − ب)/۲ کی قیمت	ضابطہ: ج = (ا + ب) جب ج/۲ × قط (ا − ب)/۲	لوکارتمی حسابی عمل		تیسرے ضلع کی لمبائی فٹوں میں	
مثلث اب د	ب د = ۳۴۹۴٫۲۰ اب = ۲۷۹۲٫۲۶ زاویہ اب د = ۱۲۰° ۲۳′ ۹″	ب د + اب = ۶۲۸۶٫۴۶ ب د − اب = ۷۰۱٫۹۴ ج/۲ = ۶۰° ۱۲′ ۰۰″	لوک حسابی مشترک لوک لوک لوک مم لوک مس	۴̅٫۲۰۱۵۹۳۹ ۲٫۸۴۶۳۰۰ ۱̅٫۷۵۷۹۳۱۳ ۲̅٫۸۰۵۸۲۵۲	۳° ۳۹′ ۳۲″	ب د + اب = ۶۲۸۶٫۴۶	لوک لوک جب لوک قط لوک	۳٫۷۹۸۴۰۶۱ ۱̅٫۹۳۸۴۰۲۴ ۰٫۰۰۰۹۰۲۴ ۳٫۷۳۷۷۱۰۹	۵۴۶۶٫۵۲	ا د
مثلث اج د	ج د = ۲۱۰۱٫۰۵ اج = ۴۲۳۵٫۲۰ زاویہ اج د = ۱۱۵° ۱′ ۱۵″	اج + ج د = ۶۳۳۶٫۲۵ اج − ج د = ۲۱۳۴٫۱۵ ج/۲ = ۵۷° ۳۰′ ۵۷″	لوک حسابی مشترک لوک لوک لوک مم لوک مس	۴̅٫۱۹۸۱۴۷۶ ۳٫۳۲۹۲۲۵۰ ۱̅٫۸۰۳۹۲۷۱ ۱̅٫۳۳۱۳۱۹۷	۱۲° ۰۴′ ۳۵″	اج + ج د = ۶۳۳۶٫۲۵	لوک لوک جب لوک قط لوک	۳٫۸۰۱۸۳۲۴ ۱̅٫۹۲۶۱۰۴۲ ۰٫۰۰۹۷۱۹۱ ۳٫۷۳۶۹۵۵۷	۵۴۶۵٫۸۳	ا د

ا د کی دونوں قیمتوں کے اوسط کو صحیح مان لینا چاہیے اور اِن قیمتوں کا مقابلہ اُن قیمتوں سے جو ۲ اور ۳ مثلثوں کے لیے تختہ د میں دی گئی ہیں کرنا چاہیے۔
مثلثائی کو اب تیار کر لیا جاتا ہے اور اس کا توازن حصری تختہ ۱ سے کر لیا جاتا ہے۔ اور ایک چار ضلعی شکل ا ب د س بطور مثال کے حل کر دی گئی ہے تاکہ اس کے موافق عمل کیا جائے اور بعض ایسے حالات جو اس کے متعلق حصہ اول کے حصری پیمائش کے باب میں پہلے بیان کیے جا چکے ہیں یہاں دوبارہ دیدیے گئے ہیں۔

(۱۵) تختہ ۱ — مستطیل محددوں کا حسابی عمل۔

اِس تختہ کی تشریح سب سے زیادہ اس طرح ہوتی ہے کہ ایک مثال ایسی لی جاتی ہے جس میں ا کو مبدا مانا گیا ہے۔ اور ا سے ب یعنی خط اب کی جہت ۱۹۲° ۱۲′ ۴۵″ دی گئی ہے۔ دَور اس صورت میں اب د ج ا ہے اور یہ مخالف سمتِ ساعت لیا گیا ہے اس لیے کہ حصری پیمائش میں داخلی زاویے مشاہدہ کیے جاتے ہیں اور یہ ایک بند دَور ہے اس لیے کہ اس کا ابتدائی اور اختتامی نقطہ ایک ہی ہے۔ ایک بند دَور میں داخلی زاویوں کے مجموعہ کی اقلیدس مقالہ ا شکل ۳۲ نتیجۂ صریح ا کی رُو سے ایک خاص مقدار تک تقسیم رسدی کر لی جاتی ہے۔ اور ایک طول حصری خط کی السمت کی پڑتال سے السمت کی درستی استدقاق کی تقسیم رسدی سے کر دی جاتی ہے۔ مثلثائی کے محددوں کے حسابی عمل کرنے میں زاویے ثانیوں تک لیے جاتے ہیں لیکن حصری پیمائش میں زاویے صرف دقیقوں تک ہی لینا ضروری ہوتے ہیں سوائے بلدی پیمائش کے جو بڑے پیمانے پر ہو۔ ایسی حالت میں زاویے ایک کبیر پیما کی درجہ بندی کے پورے صحیح حصوں تک لینا چاہییں تیسرے کالم میں تمام قیمتیں جہات ہیں یعنی وہ سطح زمین پر ایک مقررہ نصف النہار سے سمتیں ہیں اس لیے اگر کوئی السمت ابتدا کے نصف النہار سے مشرق یا مغرب میں کچھ فاصلہ پر لی جائے اور کسی فلکی شخص کے حوالہ سے زاویئی پڑتال کے لیے اس کی کوئی السمت معلوم

کر لی جائے یا حصری کو مثلثائی کے کسی مقام سے وابستہ کر دیا جائے تو اس میں نصف النہاروں کے استدقاقوں کا فرق اسمتوں میں لگا دینا چاہیے تاکہ ان کی سمتیں صحیح صحیح حاصل ہو جائیں۔

نصف کرۂ شمالی میں استدقاق جمع ہوتا ہے اگر طول بلد مغرب یا مشرق ہے اور جنوبی نصف کرہ میں اس کے برخلاف۔ استدقاق نکالنے کا طریقہ حسب ذیل ہے: مستقل لوگ فٹوں میں [illegible] لوگ مس عرض بلد میں (جو معیاری نقشے سے اندازاً صحیح کیا جائے) جمع کر دو اور لوگ شمالی بلد فٹوں میں (جو معیاری نقشے سے حاصل کیا جائے) اور نتیجہ لوگ استدقاق منٹوں میں ہوگا۔ استدقاق ۳۰ درجہ کے عرض بلد میں تقریباً ½ دقیقہ فی میل ہے یعنی [illegible] = ½ دقیقہ۔

مثلثائی حل کرنے میں اگر اضلاع زیادہ طویل ہیں تو چند سو تک لوگ لینے چاہییں۔ نصف النہار اور اس کے عمود پر فاصلے معلوم کرنے کے بعد جہات کے ربعات کے لحاظ سے ان کو اپنے اپنے خانوں میں رکھ دیا جاتا ہے۔ حصری کے توازن کرنے کے لیے کالموں کی میزان لگائی جاتی ہے فرق شمالاً اور جنوباً اور فرق شرقاً و غرباً بند دور میں مساوی ہونے چاہییں یا بالفاظ دیگر اس لیے کہ حصری پھر ابتدائی نقطہ پر لوٹ کر آجاتی ہے طول بلد مغرب کی سمت کا "مشرق" والے کے برابر ہونا چاہیے اور عرض بلد شمالی عرض بلد جنوبی کے مساوی ہونا چاہیے۔ فرض کرو [illegible] فٹ کی خطا ہے۔ یہ مقدار ایک بند دور میں نصف کر دی چاہیے اور [illegible] فٹ کم میزان میں جمع کر دینا چاہیے اور [illegible] فٹ زیادہ والی میزان میں سے تفریق کر دینا چاہیے اور پھر ۱۲ فٹ کو مختلف رقموں میں جو میزان میں شامل ہیں بحصہ رسدی تقسیم کر دینا چاہیے۔ ایک حصری جو بند دور نہیں ہے اور جس کے ابتدائی اور انتہائی محدد معلوم ہوں تو طول بلد اور عرض بلد کا فرق بھی اس لیے معلوم ہو جاتا ہے کہ اور حصری کی کافی درستی کے ساتھ بند ہونے کے لیے ضروری ہے کہ طول بلد اور عرض بلد کی میزانوں کے فرق مساوی ہوں ان معلوم شدہ محددوں کے فرقوں کے

اگر یہ بات نہیں ہے تو خطا کی تقسیم اُسی طرح ہونی چاہیے جس طرح پر کہ بیان کی گئی ہے۔

آخری دو مثالیں جو تختہ پر دی گئی ہیں معاون مقامہ اور ایک تقاطع نقطہ کے محدد معلوم کرنے کے لیے ہیں۔ رقبہ کے معلوم کرنے کا طریقہ یہ ہے کہ ترتیب وار محددوں کو نصف النہار کے فاصلوں سے ضرب دیدیا جائے اس کو حصری کے بیان میں باب پنجم حصہ اول میں بیان کیا جا چکا ہے۔

(۱۶) کُروی ایزادی ——— اُن مثلثوں میں جن کا رقبہ ۷۶ مربع میل یا زائد ہو تو تینوں زاویوں کا صحیح صحیح مجموعہ ۱۸۰° سے زیادہ ہوگا اور بطور ایک تخمینی قاعدہ کے یہ کُروی ایزادی ثانیوں میں مساوی ہوتی ہے $\frac{\text{رقبہ مربع میلوں میں}}{۷۶}$ ۔ اِس طرح ایک مثلث جس کا رقبہ ۷۶ مربع میل ا ثانیہ کُروی ایزادی رکھتا ہے اور ایک مثلث متساوی الاضلاع ۱۰۰ میل اضلاع کا تقریباً ایک دقیقہ کی ایزادی۔ (۲۶)

(۱۷) ایک خط کا دِکھاؤ ——— جب دو مقامہ جات ایک دوسرے سے نہ دکھائی دیں بوجہ درختوں اور جھاڑیوں کے جنگل کے بلند ہو جانے کے جو برسوں گزرنے کے بعد اُگ آتے ہیں تو اُس وقت کرن کے نمایاں کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ دن میں دھوپ کے بلند ستون اور رات کو مشعل لمبے فاصلوں پر اکثر سمت کی نشاندہی میں ناکامیاب ثابت ہوتے ہیں اور اس وقت صحیح سمت کی اس لیے ضرورت ہوتی ہے کہ لوگوں کی ملکیت کا نقصان ضرورت سے زیادہ بالکل نہ ہو۔

اگر ایک مقامہ کے السّمت کا اندراج دوسرے تک کا موجود ہے تو پھر یہ ضروری ہے کہ ایک فلکی شخص کا مشاہدہ کرلیا جائے تاکہ مقامہ کا نصف النہار معلوم ہو جائے اور اندراج شدہ السّمت کو زمین پر لگا دیا جائے۔ لیکن ایسی صورت میں کہ کوئی اندراجات ایسے موجود نہ ہوں اور ایک حد کو ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک قائم کرنا مطلوب ہے باوجود اس کے کہ ایک پہاڑی بھی حائل ہو تو پھر اس کے لیے ایک طریقہ ذیل میں درج کیا جاتا ہے:—

ایک حصری ایک مقامہ سے دوسرے مقامہ تک ڈالی جاتی ہے۔

محدوداں کو حل کر لیا جاتا ہے اور ان سے نصف النہار پر فرق (لا) اور طول بلد (ا) علامہ جات کے درمیان حاصل ہو جاتا ہے ۔کرن کی سمت براہِ مستقیم اِن مقامات کے درمیان اس طرح معلوم کی جاتی ہے :۔
لا/ا = ٹم اُس زاویہ کا ، جو ایک خطِ مستقیم شمال سے بناتا ہے اور چونکہ لا/ا معلوم ہے اس لیئے زاویہ بھی معلوم ہو جاتا ہے جس کو اُس نصف النہار سے جو اس مقام میں گزرتا ہے لگا لیا جاتا ہے ۔
دُوسرا طریقہ اِس مشکل کو دُور کرنے کا یہ ہے :۔
سرسری نقشہ پر فرض کرو کہ خط ج د کا دکھاؤ کرنا ہے ۔ دو مقامات ا اور ب ایسے انتخاب کرو کہ جہاں سے ایک دوسرے کو دیکھ سکیں اور جہاں سے ج اور د بھی دکھائی دیتے ہوں ۔خط ا ب کو اکائی مان لو۔ ا ب ج مثلث کو حل کر لو اور ب ج کو معلوم کر لو اور ا ب د کو بھی حل کر لو اور ب د کو معلوم کر لو (تختہ د) ۔اس کے بعد مثلث ب ج د کو (تختہ ہ) حل کرو اور زاویہ ب ج د معلوم کر لو ۔ اب چونکہ زاویہ ا ج ب معلوم ہے تو پھر سمت ج د نقطہ ج سے خواہ ا کو یا ب کو صفر مقامہ رکھ کر زمین پر خطیا لیتے ہیں ۔
نوٹ ۔ اس حل کے طریقے کا دو نقاط کے مسئلہ عملی سے جو باب ہفتم حصۂ اول میں تختۂ مسطح کے بیان میں دیا گیا ہے۔ مقابلہ کرو ۔

(۱۸) مثلثائی کے متعلق چند اشارات ـــــــ مشاہدہ کے وقت اختلافِ منظر نہیں ہونا چاہیے (یہ سب سے زیادہ خطا کا باعث ہو جاتا ہے) یعنی آنکھ کو اگر اُفقی زاویوں کے لیے ادھر اُدھر حرکت دیں اور اوپر اور نیچے انتصابی زاویوں کے لیے تو دیا فرام کے تار اور شخص تقاطع شدہ میں کوئی "جنبش [۱]" نہ معلوم ہو ۔ اگر کوئی ایسی جنبش ہو تو اسے

(۲۷)

---

[۱] Wobble = ڈگمگانا (کمیٹی) ۔

معلوم ہوتا ہے کہ اختلافِ منظر موجود ہے اس کو زائل کر دینا چاہیے نقطۂ ماسکہ
چونکہ لاتناہی ہوگا تو اختلافِ منظر کو اگر ایک دفعہ دُور کردیا جائے تو پھر
چشمے کو یا دہانہ[1] کو ترتیب دینے کی ضرورت نہیں ہونی چاہیے۔

اُفقی اور انتصابی زاویوں کو ایک ہی دفعہ اور وقت میں مشاہدہ
کرنے سے بچتے رہو۔ یہ یقین کے ساتھ نہیں کہا جا سکتا کہ آیا اس طریقہ
سے آخر میں وقت میں بچت ہوگی اور یہ تو یقینی بات ہے کہ اُفقی زاویوں
کی صحت میں فرق ہو جاتا ہے۔

جس وقت کرۂ ہوا میں "اُبال" ہو یا تھرتھراہٹ ہو جیسا کہ اکثر
معتدل ممالک میں ہوتا ہے تو اسوقت زاویوں کے مشاہدہ سے بچنا
چاہیے۔ دو مقاموں کے ایسے موقعے کہ جو خط ان دونوں کو ملائے وہ
ایک درمیانی پہاڑی یا ٹیلے کے ٹھیک اوپر سے یا اس سے ذرا سا بچتا
ہوا جائے اور جس سے کرۂ ہوا میں درمیانی تموّج پیدا ہو پسند نہیں کرنے
چاہئیں۔ ایسے خطوط کو "چاٹنی کرنیں" کہتے ہیں۔

آلہ کی ترتیب بالکل مکمل ہونی چاہیے اور اس لیے کہ مثلثائی میں مشاہدے
اُن نقاط کے کیے جاتے ہیں جو ارتفاع میں بہت مختلف ہوتے ہیں تو
دُوربین کے پایوں کی ترتیب کا اس طور سے کہ دوربین انتصابی سطحوں
میں گھومے بہت خیال ہونا چاہیے (دیکھو باب سوم حصۂ اول)۔

بہت احتیاط سے آلے کی تپائی کا امتحان کر لینا چاہیے کہ ہلتی تو
نہیں اور زاویوں کے مشاہدہ کے کام سے پہلے اگر ضرورت ہو تو اس کی
ڈھبریاں کس دی جائیں۔

تپائی کی ٹانگیں زمین میں اچھی طرح گاڑ دینی چاہییں اور مشاہدہ
جس وقت شخص کا تقاطع کرے دوربین کے براہِ راست عقب
میں کھڑا ہو اور براہِ راست کسر نماؤں کے اوپر ہو جس وقت وہ
زاویے پڑھے۔ شماروں کا اندراج بالکل اسی طرح ہونا چاہیے جس طرح
کہ وہ پڑھے جائیں۔

[1] دہانہ = object glass

آلہ کی مرکز اندازی احتیاط سے کرنی چاہیئے اور اس طرح علامات کی بھی - یہ یاد رہے کہ جس قدر چھوٹے ضلعے ہونگے اُسی قدر زیادہ خطا بد مرکزیت کی وجہ سے ہوگی -

معمولی اوسط[1] درجہ کی ثلاثی[2] مثلثائی کے لیے پانچ انچ کا مروری زاویہ گیر جو ۲۰ ثانیہ تک پڑھے اور جس کا عدسہ اچھا ہو کام کے لیے ہمارے خیال میں اچھا ہے اور اس کی سفارش کی جاتی ہے - تپائی کا اگر ممکن ہو تو ایک رواں راس ہو اور اس سے بہتر یہ ہے کہ یہ رواں راس آلہ میں لگا ہوا ہو -

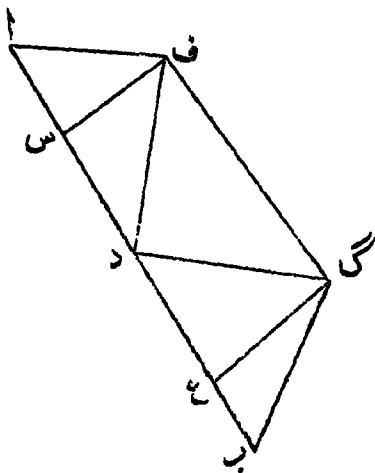
ایک زاویہ گیر کے عدسے کے متعلق یہ ہے کہ عمدہ عدسے سے بعید شخص بہت جلد پیچ کی بہت خفیف حرکت سے ماسکہ میں آجاتا ہے اور خارج ہو جاتا ہے - عدسے کے امتحان کے وقت جب اس کو کسی بجلی کے موصل یا کلس پر ٹکس کیا ہوا ہو اور اگر تار شخص کو نہ کاٹ رہا ہے تو ماسکہ اور خارج از ماسکہ ہونے کی حالت میں یہ تار کاٹتا ہی رہے - اگر یہ نہیں کاٹتا تو اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ ماسکہ کی نلی ڈھیلی ہے یا اس کی اچھی طرح گھسائی اور جڑائی کاریگر نے نہیں کی - اس کو صرف آلہ ساز ہی درست کر سکتا ہے - (۲۸) اگر کام کی رفتار اچھی چاہیے تو پھر ایک ماسکہ تمام مشاہدوں کے لیے کافی ہے - مثلثائی میں یہ بہت کم ہوتا ہے کہ ماسکہ کی تبدیلی کی ضرورت ہو اس لیے کہ مقامہ جات عام طور پر دوربین کے لا انتہا ہی ماسکہ سے پرے ہوتے ہیں -

پیچ پایوں کو افقی زاویوں کے پڑھتے میں ہاتھ نہیں لگانا چاہیے اس خیال سے کہ اگر اس پیچ پائے کا محور جھکا ہوا ہے تو پھر تمام آلے کو ایک افقی جنبش یا لڑکھڑاہٹ ہو جائیگی اور خطا ان مشاہدوں کے دور میں جا پڑیگی - آلے کا تھوڑا سا غیر مسطح ہونا افقی زاویوں کو تبدیل نہیں کریگا اور مشاہد اپنا اطمینان کرنے کے لیے آلہ کو آزما کر دیکھ سکتا ہے -

(۱۹) بنیادی خطوط کے متعلق ــــــــــ یہ بہتر ہے کہ کم لمبان

---

[1] سوم [2] ثلث حقر ... ثلث

کے بنیادی خط کو ہموار قطع زمین پر نہایت درستی اور مکمل صحت کے ساتھ ناپنا زیادہ اچھا ہے بہ مقابلہ اس کے کہ ایک زیادہ لمبا قاعدہ ناموافق حالات میں کم صحت کے ساتھ ناپا جائے۔ ایک بنیادی خط کی پڑتال چند نقاط کچھ فاصلوں پر بنیادی خط کے اوپر لے کر اس طرح کی جا سکتی ہے کہ خط کو تین یا زائد حصوں میں تقسیم کر لیا جائے اور زاویہ گیر کو دو یا زائد نقاط پر نصب کر کے سڈول مثلث بنا لیے جائیں اور مطلوبہ زاویے پڑھ کر اور آخر میں بنیادی خط کے آخری حصہ پر بند کر دیا جائے۔

شکل ۴ میں زاویہ گیر ا، س، د، ع، ب، ف اور گ پر نصب کیا جاتا ہے اور اس کے تمام زاویے پڑھ لیے جاتے ہیں۔ اس کو تمام بنیاد ا ب کا ایک حصہ مان کر اور مثلث اس ف کا قاعدہ بھی مان کر س د، د ع اور ع ب تختہ دپہ حل کیے جا سکتے اور اس طرح ا ب کی تمام لمبائی معلوم ہو جاتی ہے اور خط کے ٹکڑے علیحدہ علیحدہ پڑتال میں آ جاتے ہیں۔

شکل ۴

اگر آلے کو علامات پر بہت اچھی طرح ہم مرکز کر لیا ہے تو یہ پڑتال نہایت مکمل ہو جاتی ہے اور تمام خط کے کسی قطعہ میں بڑے تفاوت کو ظاہر کر دیگی۔

طالب علم کو اس موقع پر اس بات پر توجہ دینی چاہیے کہ اگر اس دع اور ب ایک ہی خطِ مستقیم پر واقع نہیں ہیں تو ا سے ب تک کا

فاصلہ بخطِ مستقیم ان کے تطیلی محدّدوں کی قیمت حل کرنے سے معلوم ہو جاتا ہے۔ اور طول بلد اور نصف النہار کے فرق ایک ایسے مثلث قائم الزاویہ کے دو ضلعے بن جائینگے جس کا وتر ا ب ہے اور یہ معلوم کیا جا سکتا ہے۔ اسی طرح سے ف گ ایک پل کے دریائی پایوں کا درمیانی فاصلہ صحیح دریافت کیا جاتا ہے اور نقاط ف اور گ کے درمیان درمیانی پائے خطیائے جا سکتے ہیں اور ف یا گ، دونوں میں سے کسی کو صفر مقام بنا کر دو پر خاص زاویے (جو علم مثلث سے دریافت کر لیے جاتے ہیں) بنا لیے جاتے ہیں۔

(۲۰) اوسط سمندری لیول پر بنیادی خطوط ـــــ ایک

بڑی مثلثی پیمائش کے تمام مثلث، کروی سطح زمین پر بنیادی خط کے لیول میں تطلیل کر لیے جاتے ہیں اور اس کے بعد اوسط سمندری لیول پر یعنی (ا-س-ل)۔ اس کا عمل اس طرح کیا جاتا ہے: پہلے ایک دیے ہوئے مثلث کے دو ضلعے اُفقی (کروی) سطح پر تطلیل کر لیے جاتے ہیں یہ سطح، مثلث کے پست ترین زاویہ میں گزرتی ہے۔ اس دیے ہوئے مثلث کا ایک ضلع دوسرے مثلث کا ضلع ضرور ہونا چاہیے اور یہ ضلع پہلے ہی سے دوسرے مثلث کے پست ترین زاویے میں سے گزرنے والی سطح کے لیول میں کیا جا چکتا ہے۔ اگر دوسرا مثلث پہلے مثلث سے زیادہ نشیب میں ہے تو پہلے مثلث کے تمام ضلعے زیادہ نشیب مثلث کی سطح پر تطلیل کیے جاتے ہیں، وعلیٰ ہذا القیاس، اور آخر میں ارضی سطح پر تمام مثلثائی، بنیادی خط کے لیول پر ظاہر ہو جاتی ہے۔ اور اس کا لیول خطِ بنیاد کا لیول ہو جاتا ہے اور پھر یہ ارضی سطح پر اوسط سمندری لیول (ا، س ل) پر تطلیل کر لیا جاتا ہے۔ اس قسم کی تحویل انجینیری پیمائش کی حدود میں مشکل سے آتی ہے (دیکھو ضمیمہ ا، س، ل پر تحویل کرنے کے لیے)۔

مثلث اتنا بڑا نہیں ہونا چاہیے کہ کم سے کم دو نقاط اس کاغذ کے تختہ پر جو تختہ مسطح کے اوپر مقررہ پیمانہ کا لحاظ رکھ کر تجویز کیا گیا ہو نہ قائم کیے۔ یا سکیں اگر سرسری نقشہ (تختی ۱) کو بروئے پیمانہ مستطیلوں میں یعنی چار خانوں میں تقسیم کر لیا جائے جن سے سرسری نقشہ کے اس رقبے کے حدود ظاہر ہوں جو کاغذ کے ہر ایک تختہ کے لیے یا تختہ مسطح کی ناپ کے لیے منتخب کیے گئے ہوں تو مثلثائی کے سلسلہ کے نقشے زیادہ علحدگی سے تیار ہو سکتے ہیں۔

اُس مقام میں جو چار تختہ مسطح کے قطعوں کے اتصال کے قریب قائم کیا جائے فائدہ یہ ہے کہ وہ چار دفعہ کام میں آتا ہے اور اس طرح یہ نقطہ بمقابلہ اُس نقطہ کے جو تختہ مسطح کے تختہ کے بیچ میں رکھا جائے بہت زیادہ مفید ہے اس سے یہ نتیجہ نہ نکالنا چاہیے کہ جہاں تک ممکن ہے مقامہ جات کو چاروں قطعوں کے مقام اتصال پر ہی رکھا جائے اور اور جگہوں کو بالکل ہی ترک کر دیا جائے۔

اُن تمام پیمائشوں کو جو علمی اصول پر مبنی ہوں اور جن کو سرکاری محکمہ پیمائش مستند نقشوں کی تصحیح یا شمولیت کے لیے قبول کر سکتا ہے سرکاری پیمائش کے کم از کم دو مقاموں سے یعنی نقاط سے وابستہ کر دینا چاہیے یعنی ان سے ملا دینا چاہیے۔ اس سبب سے کہ خاص نقاط دونوں پیمائشوں میں مشترک ہو جاتے ہیں سرکاری محکمہ کو یہ حق حاصل ہے کہ وہ فیصلہ کرے کہ آیا پیمائشی کام قابل وقعت ہے یا اس کے مطالب کے لیے ناقابل اعتبار۔ کسی سڑک، ریل یا نہر کی غلط خطیائی سے ایک نقشہ کی صحت کے متعلق شکوک پیدا ہو جاتے ہیں گو وہ اور ہر طرح سے صحیح ہو۔ جدید پیمائشی کام کو مستند نقشے پر قائم شدہ نقاط سے جیسے کہ مثلثی سے قائم شدہ نقاط، دیہات کے سہ حدّہ۔ جو حصری سے قائم کیے جائیں ملا دینے میں تھوڑی سی دور اندیشی اور احتیاط سے کام لینے کی تکلیف فائدہ مند ثابت ہوتی ہے۔ اور ماہر فن نقشے تیار کرنے والا خفیف سے

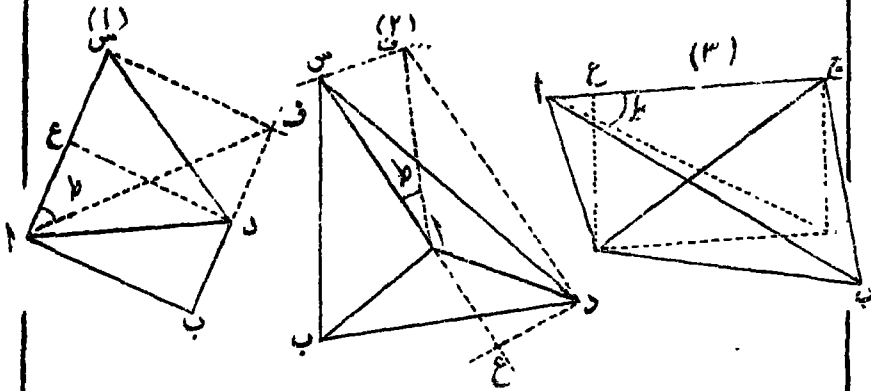
تفاوتوں کو جو پیمائش میں داخل ہو جائیں درست کر کے صحیح نقشہ مرتب کر لیتا ہے۔

۲۱۔ مثلثائی میں دو نقاط کا مسئلۂ عملی۔

(۳۰)

مسئلۂ عملی ——— دو مقام س اور د اور ان کا درمیانی فاصلہ معلوم ہے۔ دو اور مقامے یعنی نقاط ا اور ب ایک دوسرے سے دکھائی دیتے ہیں اور س اور د، ا اور ب سے مشاہدہ کیے جا سکتے ہیں۔ ا اور ب کے محل صرف س اور د کو مشاہدہ کر کے قائم کرنے کی ضرورت ہے۔

ذیل کی شکلیں اس مسئلہ کی مختلف ہیئتوں کو ظاہر کرتی ہیں۔

شکل ۵

یہ شکلیں ایسے رقبوں پر جن میں معطیات نہ ہوں مفید ثابت ہو سکتی ہیں یا ایسے سرسری کام پر جو فوج کے ساتھ میدان میں کیا جائے جہاں س د اور ا ب کے درمیان سلسلہ منقطع ہو چکا ہو۔ اور س د پر واپسی ممکن نہ ہو۔

فرض کرو س د = دَ، ا سے زاویے ب ا س اور

ب ا د مشاہدہ کیے گئے ہیں اور ب سے زاویے ا ب س اور ا ب د اس طرح تمام زاویے مثلث ا ب س اور ا ب د کے معلوم ہیں۔

مثلث ا ب د میں —

ا د = ا ب جب ا ب د توم ا د ب (توم = قاطع التمام)

اور مثلث ا س ب میں —

ا س = ا ب × جب ا ب س × توم ا س ب

لہٰذا ا د / ا س = جب ا ب د × جب ا س ب × توم ا د ب × توم ا ب س

= ایک مقدار معلومہ

پس مثلث ا س د میں نسبت ا د / ا س معلوم ہے اور ان دونوں اضلاع کا درمیانی زاویہ (س ا د) معلوم ہے اس طور پر مثلث کو حل کیا جا سکتا ہے اور ا س اور ا د معلوم کیے جا سکتے ہیں۔ (۳۱)

فرض کرو ا د / ا س جب س ا د = مس ط

د ع کو ا س پر عمودی حالت میں قائم کرو اگر ا س کو بڑھانے کی ضرورت ہو تو بڑھالو اور مستطیل س ف د ع کو پورا کرلو اور ا ف کو ملادو۔

تب ا د جب س ا د = د ع = س ف

∴ مس ط = س ف / ا س = مس س ا ف

∴ س ا ف = ط

∴ زاویہ د ف ا = ۹۰° ـ زاویہ س ف ا = زاویہ س ا ف = ط

اور زاویہ د ا ف = زاویہ س ا د ـ زاویہ س ا ف = زاویہ س ا د ـ ط

∴ ا د / د ف = جب د ف ا / جب د ا ف = جب ط / جب (س ا د ـ ط) = جب ط × توم (س ا د ـ ط)۔

∴ جب س ا د × جب ط ÷ توم (س ا د - ط) = $\frac{\text{ا د}}{\text{د ف}}$ جب س ا د

لیکن د ف = س د جب د س ف = س د جم ا س د

∴ جب س ا د جب ط ÷ توم (س ا د - ط) = $\frac{\text{ا د جب س ا د}}{\text{س د جم ا س د}}$

لیکن مثلث ا س د سے

$\frac{\text{ا د}}{\text{س د}} = \frac{\text{جب ا س د}}{\text{جب س ا د}}$ ∴ ا د × جب س ا د = س د × جب ا س د

جس سے جب س ا د × جب ط × توم (س ا د - ط)

= $\frac{\text{س د × جب ا س د}}{\text{س د جم ا س د}}$ = ممس ا س د

اس طرح زاویہ ا س د معلوم کر لیا گیا اور اس لیے ا د س بھی س د معلوم ہے اور مثلث ا س د کو حل کیا جا سکتا ہے۔

اس لیے کہ ا س = س د × جب ا د س × قوم س ا د

اور ا ب = ا س × جب ا س ب قوم ا ب س۔

یہ مسئلہ عملی جب حسابی عمل کے لیے ایک موزوں شکل میں رکھا جاتا ہے تو یہ بہت سہل صورت میں ہو جاتا ہے۔

مثال — فاصلہ س د ۲۱۰۱۰۶۴ فٹ (لوگ ۳۴۳۲۲۴۳۴۳۲۲۲۴۶۴)

ہے اور ا اور ب سے جو مشاہدات کیے گئے ہیں اُن کے نتائج حسب ذیل ہیں :-

زاویہ س ا د = ۲۰ درجہ ۲۲ دقیقہ ۵۰ ثانیہ | زاویہ ا ب س = ۸۵ درجہ ۵ دقیقہ ۵۰ ثانیہ

زاویہ د ا ب = ۳۳ درجہ ۲۷ دقیقہ ۴۲ ثانیہ | زاویہ س ب د = ۳۵ درجہ ۱۸ دقیقہ ۱۳ ثانیہ

اِن نتائج سے حسب ذیل امدادی قیمتیں اخذ کی گئی ہیں :-

زاویہ ا س ب = ۴۱ درجہ ۵ دقیقہ ۰۸ ثانیہ | زاویہ ا س ب = ۲۶ درجہ ۸ دقیقہ ۲۲ ثانیہ

(۳۲)

	°	′	″		
زاویہ اب د	۱۲۰	۱۴	۰۴	لوک جیب اب د	۱̄٫۹۳۵۷۶۱۰
زاویہ اس ب	۴۱	۰۳	۴۸	لوک جیب اس ب	۱̄٫۸۱۷۴۹۴۵
زاویہ ادب	۳۴	۰۸	۲۴	لوک توم ادب	۰٫۳۵۵۹۸۹۰
زاویہ اب س	۸۵	۰۵	۵۰	لوک توم اب س	۰٫۰۰۱۵۶۱۹
				لوک اد/اس	۰٫۱۱۰۸۳۴۴
” س اد	۲۰	۲۳	۵۰	لوک جیب س اد	۱̄٫۵۴۱۸۹۶۰
” ط	۲۴	۱۲	۱۵	لوک مس ط	۱̄٫۹۶۵۲۷۳۲۴
				لوک جیب س اد	۱̄٫۵۴۱۸۹۶۰
				لوک جیب ط	۱̄٫۹۱۲۷۷۲۶
” ط − س اد	۳	۴۹	۲۵	لوک توم ط − (س اد)	۱̄٫۱۷۵۹۷۱۳
” اس د	۱۱۵	۰۲	۰۵	لوک مس اس د	۰٫۳۲۰۶۳۹۹

لوک بنیاد ۴٫۳۲۲۴۳۴۳

مقام	زاویہ			لوک زاویہ	لوک ضلع
د	۷۰°	۳۴′	۲۹″	۱̄٫۹۷۴۹۳۴۰	۴٫۵۳۵۵۱۶۸
س	۷۳°	۵۸′	۱۷″	۱̄٫۹۸۲۷۷۹۴	۴٫۵۴۳۳۵۱۲
ب	۳۵°	۱۸′	۱۴″	۰٫۲۳۸۱۲۷۵	
				لوک بنیاد ۴٫۳۲۲۴۳۴۳	
د	۴۴	۳۵	۰۵	۱̄٫۸۴۶۳۱۴۳	۴٫۶۲۶۸۵۲۶
س	۱۱۵	۰۲	۰۵	۱̄٫۹۵۷۱۵۲۹	۴٫۷۳۷۶۹۱۲
ا	۲۰	۲۲	۵۰	۰٫۴۵۸۱۰۴۰	
				لوک بنیاد ۴٫۵۳۵۵۱۶۸	
ب	۸۵	۰۵	۵۰	۱̄٫۹۹۸۴۰۸۱	۴٫۶۲۲۶۸۵۵۱
س	۴۱	۰۳	۴۸	۱̄٫۸۱۰۴۹۴۵	۴٫۴۴۵۹۴۱۵
ا	۵۳	۵۰	۱۲	۰٫۰۹۲۹۲۹۲	
				۴٫۵۴۳۳۵۱۲	
ب	۱۲۰	۱۴	۰۴	۱̄٫۹۳۵۷۶۱۰	۴٫۴۷۳۷۹۹۳۹
د	۳۴	۰۸	۲۴	۱̄٫۹۶۴۳۰۱۱۰	۴٫۴۴۵۹۴۳۹
ا	۲۵	۳۷	۳۲	۰٫۳۵۸۵۸۱۷	

مندرجہ بالا سے ذیل کے اضلاع کی اوسط قیمتیں حاصل ہوتی ہیں:—

اب = ۲۷۹۲۱۱٫۱ ؛ اس = ۴۳۲۵۰٫۱ ؛ اد = ۵۴۶۶۲٫۹

(۴۲)

باب دوم

فاصلہ پیما زاویہ گیر سے تختۂ مسطحائی

(۴۲) ٹیکیومیٹر (Tacheometer) یا فاصلہ پیما سے عام طور پر مُراد ایک فاصلہ ناپنے کا زاویہ گیر لی جاتی ہے، یعنی ایک زاویہ گیر جس میں فاصلہ نما تار دیافرام پر لگے ہوئے ہوں - پیمائشی کام اس آلے سے بہت کچھ کیا جا سکتا ہے لیکن ایک نقص قطعی اس میں ہے وہ یہ ہے کہ جہتیں یعنی اُن خطوں کی سمتیں جو ناپی جاتی ہیں سب کی سب بیاض میں درج کرنی پڑتی ہیں اور بعد میں ان کو نقشہ پر اُتارنا پڑتا ہے جس کے معنی یہ ہیں کہ محنت اور بڑھ گئی، غلطیوں کے دخل پا جانے کا موقع دوگنا ہو گیا اور کام کے میدان میں موقع پر براہِ راست پڑتال کرنے کا موقع جب کہ کام بھی ساتھ کے ساتھ آگے بڑھتا رہے نہ رہا، یہ سب تختۂ مسطح سے کام کرنے میں پایا جاتا ہے - فاصلہ پیما تختۂ مسطح مع اس کے سیدۂ مسطر والے راس کے ایک ترسیمی فاصلہ پیما زاویہ گیر بیان کیا جا سکتا ہے جس میں تختہ تو زیرین تختی ہے اور سیدہ مسطر بالائی تختی، اور سیدہ مسطر کا راس اُوپر کے پُرزے مع ایک انتصابی قوس والی دُوربین کے وغیرہ وغیرہ -

فاصلہ نما تار دیافرام پر عام طور سے کھڑے ہوئے ہوتے ہیں اُن تاروں کا باہمی فصل نمبر جوب پر فرض کرو ۱۰۰ فٹ کی دُوری پر فقط ایک فٹ پڑھا جاتا ہے - یہ تناسب پُورے طور پر حقیقی نہیں ہے سوائے ایسی دُوربینوں کے جن کے اندر ماسکہ کیا جائے یا جن میں عدسے کو دُوربین کے اندر قائم کیا جاتا ہے، اس کی وجہ یہ ہے کہ ماسکہ کی ایک چھوٹی سی

مستقل قدر موجود ہوتی ہے اور جس کے حل کا بیان آگے کیا جائیگا۔ اس براہِ راست فاصلہ پیمائی ناپوں کے فوائد یہ ہیں: اس سے کام جلدی اور صحیح ہوتا ہے ۔ کسی قسم کا مال کا نقصان نہیں، ایستادہ فصلوں، باغوں، وغیرہ، میں جریب کشی کے کام نہیں کیا جاتا ۔ شہر کے بازاروں میں آدمیوں کے سروں کے اوپر ۱۵ فٹ کا ایک نمبر چوب اونچا کر کے پڑھنے سے فاصلے حاصل ہو جاتے ہیں ۔ فاصلوں کی ناپوں میں غلطیاں سرویر (پیمایندہ) کی طرف سے ہو سکتی ہیں ۔ کوئی کام خارجی امداد کا محتاج نہیں ہوتا سوائے اس کے کہ نمبر چوب کو مطلوبہ جگہوں پر قائم کیا جائے ۔

آلے کا بیان ذیل میں درج ہے:-

سیدھ مسطر کی راس کے حصے

(۲۳) س، ستون یعنی آلہ کا مرکزی پایہ (دیکھو شکل ۱۶) ۔

ب ب، دو شکنجہ پیچ سیدھ مسطر کی راس کو سیدھ مسطر پر کسنے کے لیے ۔

ج، زیرین آڑا لیول ۔

د، زیرین آڑے لیول کو ترتیب دینے والا پیچ ۔

ت، سست حرکت پیچ کسر پیما کے پیمانے اور کسر پیما قوس کے لیول کے لیے (ھ) ۔

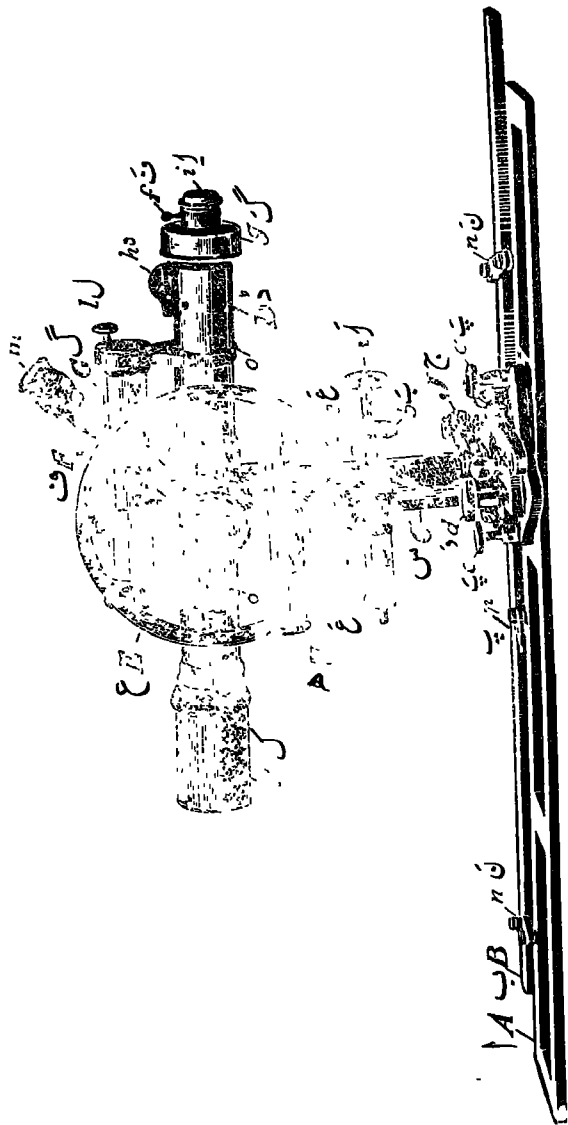
(۲۴) ک، سست حرکت پیچ دوربین کے لیے ۔

ھ، انتصابی قوس کا لیول ۔

غ، چھوٹا جری چرخ متضاد پیچ انتصابی قوس کے لیول کو ترتیب دینے کے لیے ۔

ف، کسر پیما قوس ۔

ع، انتصابی ساق یا ابتدائی پیمانہ ۔

گ، بالائی لیول جو دوربین پر نصب ہوتا ہے ۔

ف اختلافِ منظر کو دُور کرنے کے لیے -
گ دیا فرام کا محل -
ہ دُوربین کا ماسکہ پر لانے کا پیچ -
ی چشمہ -
ک دوربین کا دہانہ -
ل پیچ جو بالائی لیول کو مرتب کرنے کے کام میں آتا ہے۔ بالائی لیول ایک مائل سطح پر کام کرتا ہے -
م چشمہ انتصابی قوس کو پڑھنے کے لیے -
ن قبضہ دار سہارے -
پ چھوٹی موٹھ سیدہ مسطر کی پھسلواں تختی کھینچنے کے لیے -
ا سیدہ مسطر -
ب متوازی پھسلواں تختی -
ڈ دُوربین - وغیرہ ، وغیرہ -

(۲۴) ترتیبیں ——— تختہ کو نصب کرو اور ٹانگوں اور پیچ پایوں کی مدد سے اور معمولی قسم کے بنّاری لیول سے جو بکس کے ساتھ آلہ سے علیحدہ ہوتا ہے اس کو لیول کر لو - اب تختہ بالکل لیول میں ہوگا۔

اُفقی توازی گری کی ترتیبیں ——— یہ ترتیب خطِ نظر کو اس طرح قائم کرنے کے لیے ہے کہ آلہ کا جب ایک سرا دوسرے پر پھیر کر لایا جائے یعنی اِس کا "رُخ" بدل دیا جائے تو خطِ نظر اُس ہی سطح میں ہو گا یعنی دیا فرام کے انتصابی تار اُس ہی شخص (Object) کو دونوں رُخوں پر ایک ہی شمار پر کاٹیگا بالکل اس طرح جیسا کہ زاویہ گیر میں ہوتا ہے (سیدہ مسطر ا مع اس کی تختی ب کے زاویہ گیر کے اُفقی عضو کا قائم مقام ہو جاتا ہے) -

دو پیچ پایوں کے اُوپر سیدہ مسطر کو نصب کرو اور آڑے لیول ج کو

پیچ د سے صحیح کرلو اور تختے اور آلے کے لیے لیول کرکے کوئی بعید شخص مثلاً ایک گز یا بانس کو میدانِ نگاہ میں لاؤ اور تختہ کے محور کو کس دو اور سست حرکت پیچ کی مدد سے جو تختہ کے نیچے ہوتا ہے دیا فرام کے انتصابی تار پر شخص کو کاٹو اور بہت احتیاط سے سیدھ مسطر کے اعتمادی کنارے سے ایک خطِ مستقیم کھینچ لو۔ آلہ سے جب اس کے اول محل کا کام لیا جائیگا تو ممکن ہے کہ وہ بائیں رُخ پر ہو (یہ آلہ کا ہمیشہ کام پر محل ہوتا ہے) یا دوسرے لفظوں میں انتصابی قوس دُوربین کی بائیں طرف ہوگی۔ اب آلے کے ایک سرے کو دوسرے کی جگہ پر لاؤ اور دوربین کو مرور میں لاؤ اور خطِ مستقیم مسطر کے کنارے کے برابر رکھو۔ اب آلہ دائیں رُخ پر ہے اور اگر اس میں خطائے توازی نہیں ہے تو انتصابی تار منتخب شدہ شخص کو ٹھیک سابقہ محل پر کاٹیگا۔ اگر نہیں تو نصف خطا کو سست حرکت پیچ سے جو تختہ کے نیچے ہے اور نصف خطا دیا فرام پیچوں سے درست کرلو۔ (۳۵)

زاویہ گیر کی طرح اس آلہ کی صحیح اُفقی توازی گری کی ضرورت نہیں ہے۔ اس میں شک نہیں کہ یہ ناممکن ہے کہ جو کچھ دوربین میں نمایاں ہوسکتا ہے وہ تختہ پر نمایاں طور پر قابلِ لحاظ ہو وجہ یہ ہے کہ تھوڑی سی خطِ مستقیم کے کھینچنے کی خطا اور پھر اس خط پر نصب کرنے کی خطا دُوربین میں قطعی فرق پیدا کردیگی ۔ یہ بہت خیال سے دیکھتے رہنا چاہیئے کہ اس ترتیب کے کرتے وقت آلہ کا محور شخص کے دیکھنے کے وقت انتصابی ہے یعنی آڑا لیول (ج) اپنے بلبلہ کی دوڑ کے مرکز پر ہے۔

(۲۵) فاصلہ پیما تختہ مسطح کے راس کی انتصابی توازیت

—— جو طریقے زاویہ گیروں کی ترتیب کے لیے دیے گئے ہیں وہ پیچیدہ اور دِقت طلب خیال کیے گئے ہیں خاص کر جب لاپردائی یا ناواقفیت سے دونوں ھ اور ک لیول کی ترتیبیں بگڑ گئی ہوں ۔ یہاں یہ تجویز

کی گئی ہے کہ آلے کی ترتیب پہلے کی جائے جب کہ اس کو تختہ پر رکھ لیا جائے اور جب تختہ کو معمولی لیول سے جو بکس میں علیحدہ ہوتا ہے لیول کر لیا جائے۔ اس کے لیول کرنے کے بعد پیچ پائے کو بالکل چھونا نہیں چاہیے اور رسیدہ مسطر کا راس تختہ پر بالکل وسط میں رکھنا چاہیے تاکہ اس کا وزن پیچ پایوں پر تقسیم ہو جائے۔

دوربین کو کسی دور کے شخص پر سیدھا کرو اور بلبلہ ج کو بیچ میں لاؤ اور بلبلہ ھ کو بھی شخص کو مماسی پیچ "آ" سے کاٹو اور شمار پڑھ لو۔ پھر آلہ کے رخ کو گھما کر دوربین کو ۱۸۰ درجہ میں گھما کر پلٹو اور تمام آلے کے ایک سرے کو دوسرے کی جگہ پر لاؤ، بلبلہ ھ کو بھی مماسی پیچ "ب" سے بیچ میں لاؤ اور شخص کو مماسی پیچ "آ" سے کاٹو، شمار کو پڑھ لو اور درج کر لو۔

کسر پیما کو دونوں کے اوسط شمار پر بپیچ "ب" سے ثبت کرو اور یہ یاد رکھنا ضروری ہے کہ چونکہ یہ پیچ ب اس آلے میں بلبلہ ھ کو ضبط میں رکھتا ہے نہ کہ خط نظر کو، اس لیے کوئی فرق اگر ہے تو بلبلہ ھ کے ترتیبی پیچوں ع ع سے درست کیا جائیگا۔

اس کے بعد انتصابی دائرہ کو صفر شمار پر مماسی پیچ "آ" کی مدد سے لاؤ اور بلبلہ گ کا فرق بلبلہ کی اُن ہی ڈھبریوں سے درست کر لیا جاتا ہے اور اُس وقت خط نظر افقی ہوگا۔ یہ بات دیکھنے میں آئیگی کہ دیا فرام کو اُن وجوہ سے تحت نہیں ہاتھ لگایا ہے جن کا باب سوم حصہ اول میں ذکر کیا گیا ہے۔

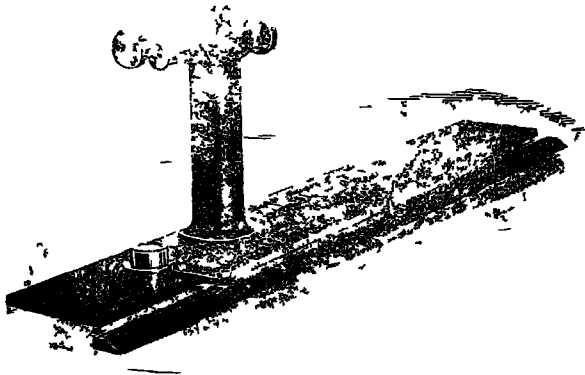
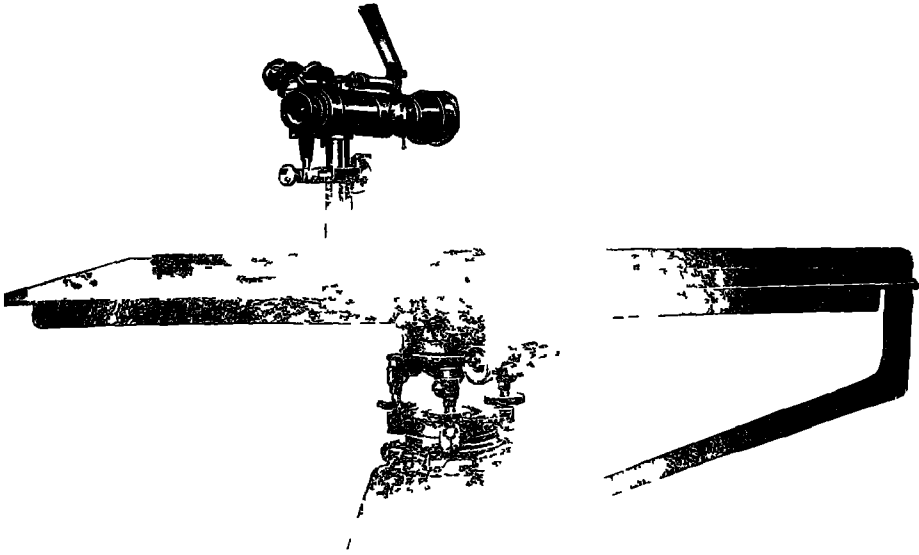
جب یہ آلہ خود بطور ایک لیول کے استعمال کیا جائے اور اس کی ترتیب اسی طرح کی جائے تو یہ ضروری ہے کہ پ پ پیچوں کو بالکل کھول کر اس کو تین بازو والی بیٹھک کے اوپر جو تختہ کو سنبھالتی ہے رکھ دینا چاہیے۔ ایسا کرنے کے بعد معلوم ہوگا کہ دو بازو اس بیٹھک کے خالی ہیں جن پر دوسرا لیول جس کا پہلے ذکر کیا گیا ہے رکھا جا سکتا ہے

(۳) اور یہ بیٹھک تقریباً لیول کی جا سکتی ہے پہلے دو پیچ پایوں پر اور پھر تیسرے پیچ پائے پر اور اس وقت پیچ پایوں کو پھر بے جگہ بالکل نہ کیا جائے اور ترتیب کو اس طرح کیا جائے جس طرح کہ بالتفصیل اوپر بیان کیا گیا ہے۔

اگر بلبلہ ج کو بھی بے جگہ کیا گیا ہے تو پھر اس کو ایک پیچ پائے پر ترتیب دیا جائے اور پھر سرے پلٹ کر ترتیب میں لایا جائے اور خطا کی درستی اس کے اپنے پیچوں سے کرنی چاہیے۔ اگر بکس والا لیول جو علیحدہ مہیا کیا گیا ہے ترتیب سے باہر ہے تو اس کو نہایت آسانی سے ایک معمولی دفتر کی میز پر درست کر سکتے ہیں پہلے ایک سمت میں بلبلہ کی سمت کو خیال سے دیکھ لیا جائے اور پھر ایک کنارے پر کھڑا کر کے اگر خطا رہے تو نصف اس کے اپنے بلبلہ کی ڈبریوں سے درست کرنی چاہیے۔

جب اس آلہ سے ایک لیول کے آلے کا کام اور اس کے بعد کہ اس کی ترتیب ہو جائے لیا جائے تو اُس وقت خطِ نظر کا اُفقی ہونا معلوم ہوگا کہ جب بلبلہ گ مماسی پیچ "ا" سے اپنے مرکز پر لایا جائیگا۔

اس کے بعد دوربین کو ایک پیچ پائے کے خط کی سیدھ پر رکھو لیکن دوربین کے چشمہ والا سرا کام کرنے والے کی طرف رہے بلبلہ گ کے محل پر خیال کرو اگر بلبلہ اپنی دوڑ کے وسط میں ہے تو بلبلہ کا محور حقیقی تنصیف میں ہے۔ اگر نہیں ہے تو اس کی نصف درستی مماسی پیچ ا سے اور نصف پیچ پائے سے کرو اور اس کو کئی بار کرو جب تک کہ بالکل ٹھیک نہ ہو جائے یعنی جب تک کہ بلبلہ اپنے مرکز پر نہ آ جائے خواہ دوربین کسی محل پر لگائی جائے۔ اگر مماسی پیچ ا سے بلبلہ کو درست کرنے کے لیے کام لیا گیا ہے تو صفر درجہ بے شک منطبق نہ ہوگا اور خطا کسر پیمائی میں ہوگی جس کو جیسا کہ آگے معلوم ہوگا بعد کو درست کیا جائیگا۔

شکل ٹ

ہندوستانی نمونہ کا فاصلہ پیمائی مسطح تختہ
سی۔جی۔ویل کی تخصص

(۲) بلبلہ گ کو اپنی دوڑ کے مرکز پر رکھ کر کسی دیوار پر یا بہتر ہوگا کسی لیول کے نمبر چوب پر پڑھو۔ پھر دوربین کو بیٹی دے لو یعنی اس کو الٹ دو اور آلے کو ۱۸۰ درجہ میں پھیرو (اصطلاح میں جس کو رخ بدلنا کہا جاتا ہے) اور بلبلہ گ کو جو دوربین کے نیچے ہے (نئی وضع کے آلات میں) اپنے دستی محض پر حاسی پیچ ز سے لاؤ اور پھر نشان یا نمبر چوب پر پڑھو۔ اگر افقی تار نشان پر دوبارہ ٹھیک تقاطع کرتا ہے یا نمبر چوب پر وہی ایک شمار دیتا ہے تو خطِ نظر افقی ہے۔ اگر ایسا نہیں ہے تو نصف خطا کو دیافرام سے درست کرو اور یا زیادہ اچھا یہ ہوگا کہ افقی تار کو حاسی پیچ ز سے اوسط شمار پر قائم کر لیا جائے اس حالت میں بلبلہ گ اپنے مرکز پر نہ ہوگا اور اس کو جڑی چرخ ڈھبریوں سے جو بلبلہ میں لگی ہوئی ہیں درست کر لینا چاہیے۔

درجہ دار قوس کا اپنے حقیقی محل پر خطِ نظر کے ساتھ ساتھ ہوگا وہ بلبلہ کا محور جو خطِ نظر کے ساتھ متوازی کیا گیا تھا اب دونوں اصلی حالت میں حقیقی افقیت پر ہوتے ہیں۔

(۳) حاسی پیچ ب کی مدد سے کسر پیما کے صفر درجہ کو عضو کے صفر درجہ کے ساتھ منطبق کرو اور اگر انتصابی محور کا بلبلہ ھ مرکز میں نہیں ہے تو ع ع کے درمیانی پیچ کو ڈھیلا کرو (شکل ۳۷ میں) اور بلبلہ ھ کی انتصابی قوس کے ع ع متضاد الحرکت پیچوں سے ترتیب دے لو۔ (۳۷) جس پیچ کا ابھی ذکر کیا گیا ہے اس کو لگا کر پھر کس دو اور اس سے ترتیب مستقل ہو جاتی ہے۔ جدید وضع کی ساخت کے آلات میں پیچ ع ع کے بدلے صرف ایک ہی پیچ لگا دیا گیا ہے لیکن ترتیب دینے کا طریقہ وہی ہے جو ابھی بیان کیا گیا ہے۔

آلہ اب انتصابی توازیت میں ہے اور ایسی حالت میں ہے کہ جب بلبلہ گ اپنے مرکزی محل پر ہو تو خطِ نظر افقی ہوگا اور جب انتصابی قوس کا بلبلہ ھ اپنی وسطی حالت میں ہے تو شخصوں کے مقروات خطِ نظر

کے اوپر یا نیچے حقیقی بلندیاں یا پستیاں ہونگی ۔ یہ یاد رکھنا چاہیے کہ جاہی پیچ ب کا کوئی سا استعمال دُوربین کے خطِ نظر پر اثر نہیں کرتا اور یہ خصوصیت کام میں بہت سہولت پیدا کر دیتی ہے کیونکہ جس وقت کوئی تقاطع کیا جاتا ہے تو بلبلہ ہ بغیرہ پیچ ب کی مدد کے اپنے مرکز پر لایا جا سکتا ہے اور مقروات کو بغیر خطِ نظر کی تبدیلی کے لیا جا سکتا ہے ۔ چھوٹے بلبلے ج کو ستون کے نیچے پیچ د کی مدد سے مرکزی حالت میں لانا چاہیئے تمام عملوں میں جن کا اوپر ذکر کیا گیا ہے ستون کے نیچے والے بلبلہ کو پیچ د کی مدد سے مرکزی حالت میں لانا چاہیے گو تھوڑا سا تجاوز ترتیب پر کوئی اثر نہیں کریگا ۔

(۲۶) فاصلہ نما ——— اگر ف نمبرچوب تک کا فاصلہ ہے اور فَ وہ فاصلہ ہے جو نمبرچوب پر محاذ میں ہے اور ق فاصلہ نما تاروں کی مقدارِ مستقلہ ہے تب

$$ف = \frac{فَ}{ق} = \frac{فَ}{\frac{1}{100}} = 100 \times فَ$$

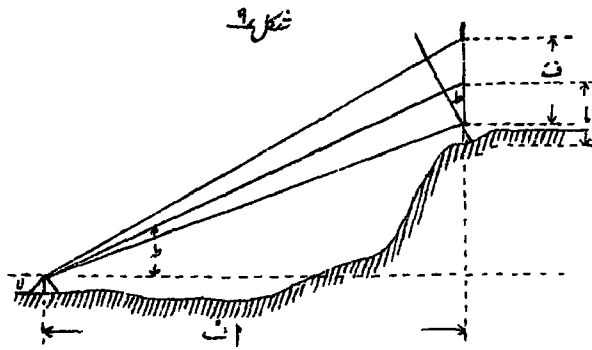
مثال ———

فرض کرو کہ نمبرچوب پر مقروات دونوں تاروں کے ۴ء۶۵۵ اور ۳ء۴۷۴ ہیں تب فَ = ۱ء۱۸۱ اور ف = ۱ء۱۸۱ × ۱۰۰ = ۱۸۱ فٹ ۔ یہ صرف اُس وقت صحیح ہوتا ہے جب کہ نمبرچوب اور آلہ دونوں ایک ہی لیول (سطح) پر ہوں لیکن اگر دُوربین کا انتصابی زاویہ ۳° سے زیادہ ہے (۳° تک کوئی قابلِ لحاظ فرق نہیں ہوتا) تو ف کی مقدار کو اُفقی فاصلے یعنی ا ف میں تحویل کرنا پڑیگا اگر نمبرچوب کو خطِ نظر کے قائمہ ہی پر نہ جھکا سکیں ۔ لیکن یہ جھکانے کی صورت کسی درجۂ صحت تک ناممکن ہے ۔ نمبرچوب ہمیشہ انتصابی حالت میں دکھایا جاتا ہے اور درستی اس کی

---

[1] عدسوں کے نظریے وغیرہ کے لیے دیکھو فقرہ ۲۷ ۔

بطریقِ ذیل کی جاتی ہے :-

(۳۸)

اگر دُوربین جھکی ہوئی ہے اور نمبر چوب انتصابی حالت میں ہے تو حِصّوں کی تعداد جو دونوں شماروں کے درمیان ہوگی وہ بہ مقابلہ اس حالت کے کہ نمبر چوب خطِ نظر سے قائمہ پر ہو زیادہ ہوگی اور وہ زاویہ جس میں کہ تاروں کا مابینی فاصلہ نمبر چوب پر انتصابی حالت سے ہٹایا جائیگا دُوربین کے زاویۂ ارتفاع یا نشیب کے برابر ہوگا ۔ اس زاویہ کو ط سے تعبیر کرو (دیکھو شکل ۹)۔ نمبر چوب پر جو تعداد درجوں کی پڑھی جائیگی اس کو جم ط سے ضرب دے کر تحویل کیا جائیگا فاصلہ جو اس طرح حاصل ہوگا اس کو جم ط سے ضرب دیدینا چاہیے تاکہ افقی فاصلہ حاصل ہوجائے ۔

اب ف = ف.جم ط × ق

لیکن (اف / ف) = جم ط

یا ف = (اف / جم ط)

اس لیے اف (افقی فاصلہ) = ف.جم² ط × ق

(۴۷) فاصلہ نما کی مستقل قدر یا مسکہ ـــــ فرض کرو خط ا ب دیا فرام کے فاصلہ نما تاروں کو ظاہر کرتا ہے اور اگر خطوط جو ا اور ب سے کھینچے جائیں دہانے کے مناظری مرکز م میں سے گزریں تو ایسے خطوط نمبر چوب کو بَ اَ پر کاٹینگے - یہ خطوط ثانوی محور ہوتے ہیں - اگر ی فاصلہ نما تاروں کے فاصلے ا ب کو ظاہر کرتا ہے اور ص فاصلہ بَ اَ کو جو نمبر چوب پر ہے تو پھر متشابہ مثلثوں کے قاعدے سے ی : ص :: ف : د جہاں ف وہ فاصلہ ہے جو دیا فرام سے عدسے کے مناظری مرکز م تک ہے اور د = دوری ہے جو دہانے کے مناظری مرکز اور نمبر چوب اَ بَ کے درمیان ہے -

عدسوں کے قانون کے موافق ۱/د + ۱/ف = ۱/فَ (فَ اصل ماسکی فاصلہ ہے) -

اُوپر کی دو مساواتوں سے ہم کو یہ نتیجہ حاصل ہوتا ہے :-

د = (فَ/ی) ص + فَ

اب چونکہ دَ دُوری نمبر چوب سے آلہ کے محور تک کی مطلوب ہے تو فاصلہ محور سے دہانے کے مناظری مرکز تک یعنی س اس میں جمع کر دینا چاہیے اور چونکہ دَ = د + س اس لیے دَ = (فَ/ی) ص + (فَ + س) -

اب اگر آنے کے تار قائم کیے ہوئے ہیں یعنی شیشہ پر کندہ ہیں تو فَ/ی کی نسبت عموماً ۱۰۰/۱ مستقل طور پر ہوتی ہے - اور اگر اَ بَ = ۳ فٹ تو پھر فاصلہ عدسے کے حقیقی ماسکہ سے نمبر چوب ص تک ۳۰۰ فٹ ہوگا اور فاصلہ دَ تمام آلہ کے مرکز سے نمبر چوب تک = ۳۰۰ + (فَ + س)، فاصلہ (فَ + س) ایک فٹ لینا کافی

دہانہ = { Object Glass یا Object lens

ہے کیونکہ یہ عموماً ۵ء۷ء سے ۲۵ء ۱ تک ہوتا ہے اور چونکہ (ف+س) فاصلہ تمام سروے کے پیمانوں کے خیال سے ناقابلِ لحاظ ہے اس لیے اس کو نظر انداز کر دینا چاہیے ۔۔ اس ہی خیال سے اندرونی عدسے[1] آلات کے کاریگروں نے ترک کر دیے ہیں کیونکہ ایسے عدسوں کی ایزادی سے ایک خاص مقدار تک روشنی منقطع ہو جاتی ہے اور اس نقصان کی تلافی کسی حقیقی فائدہ سے نہیں ہوتی جو اس عدسے سے حاصل ہوتا ہے ۔

(۳۸) نمبر چوب اور آلہ کے نصب کی سطح کا درمیانی فرق حاصل کرنا ۔ (۳۹) فرض کرو ما = فاصلہ خطِ نظر سے نمبر چوب کی زمین تک اور لا آلہ کا ارتفاع ہے (شکل ۱۶) ۔ تو پھر لیولوں کا فرق = اف (افقی فاصلہ) ×مس ط + لا - ما ، زاویہ ط دیا فرام کے دونوں تاروں کے مقروات کی اوسط کو نمبر چوب پر پڑھنے سے ارتفاع یا انخفاض کا زاویہ معلوم ہوگا یا فاصلہ نما کے درمیانی تار کی بلندی یا پستی کا زاویہ ۔

مثال ۔۔۔ فرض کرو فاصلہ نما کے دونوں تاروں پر ۵ء۲۸ اور ۴ء۴۷ مقروات ہیں (اوسط مقروہ ۴ء۳۸ ہوا اور فرق ف = ۱ء۸۱) اور زاویۂ ارتفاع یا انخفاض ۱۰° ہے اور آلہ کا ارتفاع دوربین تک ۵ فٹ ہے ۔

تب اف (اُفقی فاصلہ) = جم^2 ۱۰° × ۱ء۸۱ × ۱۰۰

= ۱۷۵ء۵ فٹ

اور لیول کا فرق = اف (افقی فاصلہ) ×مس ۱۰° + لا - ما

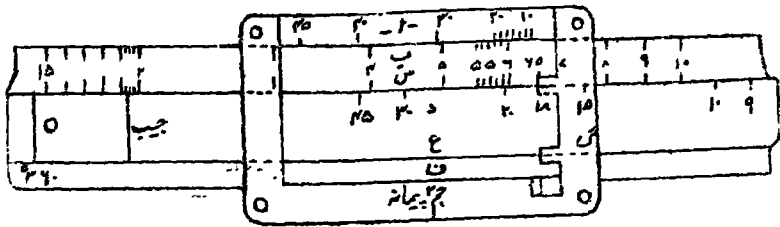
= (۱۷۵ء۵ × ۱۷۶ء) + ۵ء۰ - ۴ء۳۸

= ۳۰ء۷۱ فٹ

اُفقی فاصلوں میں تحویل کرنا اور لیولوں کے فرق حاصل کرنے کے واسطے قاعدوں کے استعمال میں بہت کثرت سے حسابی عمل

[1] یہ خاص شکایت جدید انڈین پیٹرن میں دور کر دی گئی ہے ۔ Anallatic lens

شامل ہو جاتا ہے اور فاصلہ پیمائی کے آلے کی وقت بچانے والی خصوصیت زائل ہو جاتی ہے لیکن یہ تحویلیں پھسلواں پیمانہ پر دو جنبشوں سے آسانی سے حاصل ہو جاتی ہیں اس کو سوئٹزرلینڈ[1] کے ایک صاحب کرن[2] اٹ سائی سا کن آرو نے ایجاد کیا اور بنایا ہے:۔

شکل نمبر ۱

(۲۹) پھسلواں[3] پیمانہ ـــــ تحویلی اُفقی فاصلہ ناپنے کے لیے چالو پرزے ک کے نمایندہ خط کو جو پیمانہ س پر چلتا ہے مشاہدہ شدہ فاصلہ اور ۱۰۰ کے حاصل ضرب پر رکھو اور پیمانہ ب کو جو زاویۂ ارتفاع یا زاویۂ انخفاض کے مقابل ہوتا ہے پڑھ لو۔ اُوپر کی مثال میں نمایندہ کو پیمانہ س کے ۱۸۱ پر اور پیمانہ ب کو پیمانہ ا کے ۱۰ کے مقابل پڑھ لو = ۱۷۵۵۶۵ (دیکھو شکل نمبر ۱) ارتفاعوں کے

---

[1] Switzerland

[2] Kern et Cie of Aarau

[3] Traverser = ناقل تختہ (ریلوے)

فرق دُوربین اور درمیانی تار کے درمیان معلوم کرنے کے لیے (یعنی دُوربین کے ارتفاع کو زمین کے اوپر اور زمین سے اوپر اوسط شمار کے ارتفاع کو چھوڑ کر) پیمانہ د کے پھول کے نشان کو تحویلی افقی فاصلے یعنی ۵ء ۱۷۵ کو جو پیمانہ س پر ہے قائم کرو اور چالو پُرزے گ کے نمایندہ کو ۱۰° پر پیمانہ ع پر رکھو اب چالو پرزہ کا نمایندہ اس محل پر پیمانہ س پر کے ۳۰ء۹ پر ہوگا اور یہی معلوم کرنا تھا۔

(۴۰) فاصلہ نما کا بڑا پھسلواں پیمانہ جو کرن (Kern) نے تیار کیا ہے ۲۰ اِنچ کے قریب لمبان میں ہوتا ہے اور بمقابلہ معمولی نمونے کے زیادہ صحیح ہوتا ہے۔ اس رُوْل کا بالائی پیمانہ ۳۶۰ درجہ کے لیے ہے اور زیرین ۴۰۰ حصوں کے ڈھالوں کے لیے۔ اس پھسلواں رول میں دہ عدد دیے گئے ہیں جو انگریزی اور سوئیزرلینڈ کے پیمانوں کی جدولوں کے لیے کام دیتے ہیں۔ بالائی پیمانے کے وسط میں صفر ہوتا ہے اور صفر کے بائیں جانب ۴۵° تک کے جم۲ کا پیمانہ ہے، اور صفر کے دائیں کو جب × جم کا پیمانہ ۷ درجہ تک جس کو رُوْل کے بائیں جانب سے جم۲ کے ۴۵° تک جاری رکھا گیا ہے۔

پھسلواں تختی کو ایک ہی دفعہ جمانے میں حسابی عمل مکمل طور پر ہو جاتا ہے۔ نمبر ہوب پر اگر فاصلہ نما ۲ فیٹ شمار دیتا ہے جو برابر ہے ۲۰۰ فٹ مستقیم فاصلہ کے، پھسلواں تختی کے ۲ کو بالائی پیمانے کے صفر پر رکھو۔ اگر اب ۲۰° انتصابی زاویہ تھا تو افقی فاصلہ پھسلواں تختی پر جم۲ کے پیمانے پر ۲۰° کے نیچے ۱۷۶ء۶ ظاہر ہو جائیگا اور انتصابی ارتفاع جب جم کے پیمانے پر ۲۰° کے نیچے ۶۴ء۲۵ ظاہر ہو جائیگا۔

اگر بلندیوں کو ثبت شدہ شخصوں سے اخذ کرنا ہے تو یہ یاد رکھنا چاہیے کہ شخص کا فاصلہ مشاہد سے نقشہ سے لیا جاتا ہے اور اس لئے وہ مستقیم فاصلہ یعنی وتر نہیں ہوتا بلکہ ایک مثلث کا قاعدہ ہوتا ہے اور ایک مماسی پیمانہ بجائے جب × جم پیمانہ کے درکار ہوگا۔ تمام

لے Asterisk لے Slide rule پھسلواں پیمانہ

عملی اغراض کے لیے یہ پھسلواں پیمانہ کافی صحیح ہوتا ہے اور ذیل کا
عمل کرنا چاہیے :۔ فرض کرو کہ فاصلہ ۲۰۰ فٹ ہے اور زاویہ ۴۰ -
پھسلواں تختی کے ۲ کو جم ۲ کے پیمانے کے ۴۰ کے سامنے لگاؤ
اور جب × جم ۴۰ کے سامنے ارتفاع کے فرق کو پڑھو کو جو برابر
ہے ۸۰٫۴۲ کے اور صفر درجہ کے سامنے بالائی پیمانہ پر سیدھا فاصلہ
یا وتر دیا ہوا ہوگا۔

(۴۰) سروے کے طریقے ——— مندرجہ ذیل
پیمائش کی مثالوں سے تختی ۳ تا تختی ۷، فاصلہ پیما زاویہ گیر بشمولیت
تختہ مسطح کا استعمال واضح ہو جائیگا۔
تختی نمبر ۳ ایک معمولی قطعہ زمین کا نقشہ ہے جو ہندوستان
میں عام ہے، بلندی اس کی ۱۰۰۰ فٹ سطح سمندر سے ہے۔
یہ قطعہ زمین تالاب کے پن بہاؤ رقبہ کو ظاہر کرسکتا ہے
جس کی ابتدائی پیمائش ۱۰۰۰ فٹ فی انچ کے پیمانے پر
مع دس دس فٹ پر کنٹوروں[1] کے مطلوب ہے، تالاب کی
جائے تعمیر دس تا بیس میل ندی کے بہاؤ کی طرف واقع ہے۔
درجہ صحت تک پہنچنے کے لیے ذیل کے طریقہ پر چلنا چاہیے :۔
زمین کی معمولی سرسری پیمائش کرنے کے بعد یہ دریافت ہو جاتا ہے کہ
مقام د کا س اور ع سے دکھاؤ ہے اور د ع پاس ع بنیادی خط پر
ف کی سمت میں توسیع کا کام ہو سکتا ہے ۔ تختہ مسطح کے
کام سے مثلثائی ایسی حالت میں قابل عمل ہے ۔ ایک
منتخب شدہ بنیاد سے ہر ایک سمت میں توسیع کرنی چاہیے　　(۴۱)
تاکہ تمام پن بہاؤ رقبہ پر مثلثائی پھیل جائے اور تفصیلی کام کو
ساتھ ساتھ رکھ کر کرنا چاہیے ۔ فرض کرو د، س اور ع تین
تختہ مسطح کے مثلثائی کے مقامہ جات ہیں، ان پر جھنڈیاں

[1] Contours = ہم ارتفاعی خطوط

اور نشان لگا دیے جائیں ۔ د اور س کے درمیان معائنہ کے بعد دو محل ا اور ب ایسے منتخب کیے ہیں جہاں سے د اور س دکھائی دیں۔ ا ب کو اب بنیادی خط بنا لینا چاہئے ۔

تختہ کو ا پر رکھو، اس کو لیول کر لو اور تختہ کو کام کی سہولت اور کام کی سمت کے موافق پھیر لو ۔ مقناطیسی کمپاس کو تختہ پر رکھو اور تختہ کے کنارے پر یا اس کے قریب ایک پنسلی خط مقناطیسی شمال کا کھینچ لو اور تختہ کو کس دو ۔ ایک موزوں محل کاغذ پر ا کو ظاہر کرنے کے لیے پسند کر لو اور زمین پر "فی محل" ٹھیک لگا لو ۔ ایک نمبر چوب والے آدمی کو ب پر بھیج دو، ب کو دوربین میں سے دیکھو اور انتصابی تار پر نمبر چوب کو کاٹو ۔ ایک خط یا "کرن" ا ب نقطہ ا سے کھینچو اس طرح پر کہ وہ کرن جو نقطہ ا سے گزرتی ہے سیدھ مسطح کے متوازی ہو ۔ اور کرن کو دونوں طرف بڑھا دو یا مختصر قائد کرنوں کے نشان کر دو (جیسے کہ تختی ۲ میں کرن ب ا، کرن ا ب، کرن د ا، وغیرہ سے دکھائے گئے ہیں) ۔

یہ قائد کرنیں سروے کے کام کی ابتدا میں ایسی جگہوں میں جہاں توسیع ایک مختصر بنیادی خط سے کی جاتی ہے بہت ضروری ہیں اس لیے کہ السمت کی غلطی محدود ہو جاتی ہے ۔ نقطہ ا سے کرنیں اور قائد کرنیں د اور س کے محل تک اور کسی ممیز مقام پر گرد و نواح کی پہاڑیوں یا ٹیلوں وغیرہ تک کھینچ دی جائیں ۔ اس سے قبل کہ ا ب کی پیمائش کی جائے یا بلندی یا پستی کے زاویے پڑھے جائیں کرنیں کھینچ دینی چاہییں، سب سے پہلے ضروری کرنیں کھینچی جانی چاہییں ۔ کیونکہ السمت یا سمت میں خفیف ترین حرکت بھی بعد ازاں بہت تکلیف کا باعث ہوتی ہے ۔ دراصل یہ عمدہ اصول ہے کہ کرنوں کے کھینچنے کا عمل ابتدائی تثبیت پر واپس آ کر اور پڑتال کر کے پورا کیا جائے ۔ اس کے بعد انتصابی مقروات لیے جائیں اور اس کرن کے برابر ہی جو اس مقام تک کھینچی گئی ہے اور جس کا ارتفاع لیا گیا ہے صفائی سے درج کر دینا چاہیے

اس کے بعد بنیادی خط کی ناپ شروع کی جاتی ہے۔
بنیادی خط ا ب کی پیمت میں بہت احتیاط کی ضرورت ہے اور اس کی کل لمبائی کو دو یا تین ٹکڑوں میں تقسیم کرکے اس کی پیمت کی جائے تو سب سے زیادہ اچھی طرح ہوتی ہے۔ مثال میں ا ب کی تقسیم بہت آسانی سے تین ٹکڑوں میں کی جاسکتی ہے یعنی ا ا ٔ ا ٔ ب اور ب ٔ ب اوسط لمبائی ان کی ۵۰۰ فٹ یا کوئی ایسی لمبائی جس میں نمبر چوب کو اعشاریہ کے دوسرے مرتبہ تک پڑھا جاسکے۔ اس کو مدنظر رکھتے ہوئے ایک گز بردار ب کی سمت میں بھیج دیا جاتا ہے اور ا ٔ ا ٔ پر ۵۰۰ یا ۶۰۰ فٹ پرے ٹھہرا دیا جاتا ہے اور محاذی فاصلوں کو حاصل کرنے کے لیے نمبر چوب پڑھ لیے جاتے ہیں اور ایک انتصابی زاویہ نمبر چوب کے اس مقرو تک جو دُوربین کے محور کے ارتفاع کے مساوی ہو پڑھ لیا جاتا ہے۔ ان کا اندراج کرلیا جاتا ہے اور تختہ کو محل ب پر ا اور ب کے درمیان رکھ کر جہاں تک ہو سکے لے جایا جاتا ہے۔ نمبر چوب ا ٔ اور نمبر چوب ب پر اسی طرح پڑھے جاتے ہیں جیسے کہ ا پر اور یہ تینوں فاصلے ایک افقی فاصلے میں تحویل کرلیے جاتے ہیں اور جس کو ا ب کرن کے اوپر مرتسم کردیا جاتا ہے۔ اس طرح ا ب کا محل معلوم ہو گیا۔ (۴۲)

تختہ کو محل ب پر فی محلہ لاؤ اور پہلے اندازاً السمت میں رکھ کر مرتسم شدہ نقطہ ب مقام ب کے نشان پر لایا جاتا ہے اس کی ترکیب یہ ہے کہ اس پیچ کو ڈھیلا کرکے جس سے شاقول لٹکتا ہے اور تختے کو جانبی جنبش دے کر اصلی موقع کے نشان پر لایا جائے۔ تختہ کو لیول کرلیا جاتا ہے اور سیدھ مسطر کا اعتمادی کنارہ کرن اور قائم کرنوں ا ب اور ب ا کے جو پہلے سے ا سے کھینچی جا چکی ہیں بالکل متوازی رکھ دیا جاتا ہے اور نقطہ ا کا تقاطع کرلیا جاتا ہے اور تختے کا شکنجہ کس دیا جاتا ہے۔ تختہ اس وقت السمت میں ہے بحوالہ ابتدائی السمت کے جو ا پر

لے لیا تھا۔ د اور س کو دیکھو اور د اور س کی طرف کو کرنیں اور قائد کرنیں کھینچ دو۔ ا اور ب سے کرنوں کا تقاطع د اور س کے محل کو ظاہر کریگا گو محتاط تختے والا د اور س پر تختے کو لے جائیگا اور ان کی پڑتال ایک دوسرے پر سے کریگا۔ کرن کا کام مقام ب پر اُس وقت ختم ہوجاتا ہے جب تمام پہلے دیکھے ہوئے ممیز نقاط یا ایسے جو ب سے دیکھے جاسکتے ہیں تقاطع کرلیے جاتے ہیں اور مقام ا پر اس لیے واپسی ہوتی ہے کہ وہاں سے اس بات کا یقین کرلیا جائے تختہ کی السمت میں تو فرق نہیں ہوگیا۔ انتصابی زاویے د، س، ا کی طرف کو بڑھے جاتے ہیں اور تختہ کو د یا س پرے جاتے ہیں۔ فرض کرو کہ مقام د پر تختہ کو لے گئے۔ یہاں تختے پر وہ تمام عمل کرو جن کو پہلے بیان کیا گیا ہے اور السمت اس جگہ پر صرف ا مقامہ والی قائد کرن سے پڑتال نہیں کی جاتی بلکہ ب پر کی قائد کرن سے بھی۔ اگر یہ قائد کرنیں ا اور ب مقاموں کے تقاطع سے ملیں تو محل د کو صحیح مان لینا چاہیے اور اگر کرنیں س کی طرف کو احتیاط سے کھینچی گئی ہیں تو س مقام د سے تقاطع کریگا۔ ایک قائد کرن د س کھینچو اور ع اور ف کی کرنیں لو، تمام نمایاں شخصوں (Objects) کو کاٹو اور ان کی بلندیاں لو اور اس طرح د پر کام پورا ہوگیا۔ مقامہ س پر تختے کو السمت میں د س پر لگا کر رکھا جاتا ہے اور ا اور ب کی پڑتال کرنے کے بعد ان کو صحیح پاکر کرنیں اور بلندیاں ع اور ف پر اور نمایاں چیزوں پر دوبارہ لی جاتی ہیں۔ ایک مختصر مشاہدہ ع پر کیا جاتا ہے تاکہ ایک تیسری کرن ف پر حاصل ہو جائے اور زیادہ صحیح آڑے تقاطع اُن نقاط پر جو پہلے تقاطع ہو چکے ہیں مل جائیں۔ مثلاً اُس درخت کا محل جو مثلث د ع ف میں واقع ہے کسی قدر مشکوک سا رہ جاتا ہے جب تک کہ آڑی کرن ع سے اس کے محل کو پوری طرح آخرکار قائم نہ کردے۔ ابتدائی کام یہاں تک پورا ہوگیا اور قائد کرنوں کو اب مٹا دینا چاہیے اور مقامہ جات کے ارتفاعوں کا

حسابی عمل کر لینا چاہیے اور تفصیلی پیمائش شروع کر دینی چاہیے۔ ارتفاعوں کے حل کرنے کا طریقہ پھسلواں پیمانہ کے حال میں بیان کر دیا گیا ہے (۴۴) جس سے ارتفاع یا فرق دوربین کے محور اور مشاہدہ کے نقطہ میں معلوم ہو جاتا ہے یعنی اُس شخص کا جس کو درمیانی تار پر کاٹا جائے۔ اور اگر اس ارتفاع کی قیمت کو ظ سے اور لا اور ی سے زمین کے اُوپر دُوربین کے محور کا ارتفاع اور متقاطع مقام کے ارتفاع کو بالترتیب ظاہر کیا جائے تو پھر زمین کے لیول کا فرق = ± ظ (لا ۔ ی) (± کی علامات موافق بلندی اور پستی مقام ب کے ہونگی یعنی بلندی یا پستی اُس مقام سے کہ جس پر تختہ رکھا ہوا ہے)۔
تفصیلی کام شروع کرنے کے لیے یہ ہمیشہ ہوتا آیا ہے کہ فرازی اراضیات سے نشیبی اراضیات کی طرف آئیں اس کو مدِنظر رکھتے ہوئے تختہ کو کام کی ابتدا کے لیے د کی طرف لے جانا چاہیے اور ایک نمبر چوب ع۱ کی طرف چاہیے (تختہ کے محل پلیٹ میں عربی رقموں میں دکھائے گئے ہیں ہر چوب کے نشان چھوٹے چھوٹے ہندسوں میں)، تختے کی مقام شریق کر لی جاتی ہے یعنی اس کو السمت میں کر دیا گیا ہے اور سمت ہر چوب کے شمار کو (ع۱) پر لیا جاتا ہے اور اس طرح (ع۱) مع اس کے تحویلی لیول کے معلوم ہو جاتا ہے اور اس کو نقشہ لگا دیا جاتا ہے۔
تختہ کو اب (ع۱) پر لے گئے اور اس کو مقامہ کے نشان پر رکھا یہاں بہت صحیح شاقولی حالت میں کرنے کی ضرورت نہیں اس لیے کہ د پر تشریق کی ضرورت نہیں ہے اور ع یا ف یا کسی دُور کے نقطہ کا مرئی ہونا یقینی ہے اور ایک انچ یا اس کے قریب کی غلطی ع۱ کے محل کے اوپر آنے کو السمت پر ثبت کرنے میں کوئی فرق نہیں پیدا کریگی۔ شفست مسطر کو نقشہ کے نقطہ ع۱ پر اور بعید ترین نقطہ کو تختہ پر ظاہر کرنے والے نقطہ پر رکھو اور بعید ترین شخص کا تقاطع کر لو۔
اب تفصیل کو بھر سکتے ہیں۔ نمبر چوبوں کو ندیوں کے مبداؤں

موڑوں اور اتصالوں، سڑکوں کے موڑوں وغیرہ وغیرہ پر تختے کے قابل اطمینان فاصلوں پر کھڑا کیا اور ان کے مقروأت کے لیے۔ فاصلہ جو ہر ایک نمبر چوب کے محاذ ہے حل کر لیا جاتا ہے اور پھسلواں پیمانہ پر تحویل کر لیا جاتا ہے اور شست مسطر سے اعتمادی کنارے کے ساتھ ساتھ لگا دیا جاتا ہے، تحویلی لیول پھر درج کر دیا جاتا ہے اور تفصیل اور ہم ارتفاعی خطوط کی شکلیں اور نقشے بنا دیے جاتے ہیں۔ کرنوں کو پنسل میں بنانے کی ضرورت نہیں ہے اور اب نئی قسم کے متوازی پھسلواں مسطر سے جو شست مسطر میں لگا ہوا ہوتا ہے دوربین سے مقامہ کے نقطہ سے ایک انچ یا قریباً ایک انچ کے اندر اندر مشاہدہ کیا جا سکتا ہے اور پھر متوازی پھسلواں مسطر کو خاص مقامہ کے نقطہ پر لا سکتے ہیں اور نمبر چوب کا محل ایک پرکار سے لگایا جا سکتا ہے اس طرح سے وقت کی بہت بچت ہو جاتی ہے اور ساتھ ہی نقشے میں صفائی قائم رہتی ہے۔

فرض کرو ع۱ سے محل ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ کو قائم کیا گیا اور ایک ہزار کا ہم ارتفاع خط اندازاً اس طرح کھینچا جا سکتا ہے کہ ایک نمبر چوب والے کو د کی طرف لوٹایا جائے۔ مثلاً اگر آلے کے محور کا ارتفاع ۵ فٹ ہے اور مقامہ ع۱ کا تحویلی لیول ۱۰۰۲ فٹ ہے تو پھر جس وقت افقی تار نمبر چوب کو تقریباً ۷ فٹ پر کاٹیگا تو اُس وقت نمبر چوب پر کا محاذی فاصلہ ناپ لیا جائے اور اس طرح ایک نقطہ ۱۰۰۰ فٹ والا ہم ارتفاعی خط معلوم ہو جاتا ہے اور پھر آلے کے ارتفاع (۵ فٹ) کو نمبر چوب پر رکھ کر ۶، ۵، ۴، ۲ پر مقروأت پڑھ لو اور زاویے کو لکھ لو پھسلواں پیمانہ سے لیولوں کے فرق کو حل کر لیا جائیگا جب کہ ۹۹۰ کا ہم ارتفاعی خط مقامہ ع۱ سے معلوم کر لیا جائے۔ مقامہ نمبر ع۲ اسی طرح قائم کیا جاتا ہے جیسے کہ مقامہ نمبر ع۱ اور تختے کو بعید ترین نقطہ پر تشریق کر لیا جاتا ہے اور نمبر چوب کو ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ پر پڑھ لیا جاتا ہے۔ مقامہ ع۱ اور ع۲

(۴۴)

کرن اور فاصلہ سے قائم کیے گئے ہیں اور مقناطیسی کمپاس ابھی تک کام میں نہیں لائی گئی ۔ فرض کرو اب ۱۲ محل پر تختہ والے کا ارادہ تھا کہ تختہ کو نصب کیا جائے اور اس کو مقامہ (ب) بنا لیا جائے، مگر وہاں پہنچ کر معلوم ہوا کہ کسی ایک بعید نقطہ کا دکھاؤ نہیں ہے کہ جس سے وہ اُسے کو نصب کر سکے مگر ایک ایسے مقام پر پہنچ کر جیسے کہ مقامہ (ت) اس کو معلوم ہو جاتا ہے کہ ایک بعید نقطے کا دکھاؤ ہے اور نمبر ۱۲ بھی دکھائی دیتا ہے ۔ وہ یہاں اپنے تختہ کو نصب کر لیتا ہے اور اپنے تختہ کی تشریق مقناطیسی کمپاس سے کر لیتا ہے، اس دفعہ نمبر ۱۲ پر اپنا نمبر چوبہ گڑھتا ہے اور اپنا نقطہ یعنی مقامہ (ت) لگا لیتا ہے اور (ت) کو معلوم کر کے وہ اپنی السمت بعید نقطہ پر باندھتا ہے یہ دیکھنے کو کہ آیا کمپاس کی تغیر میں کوئی فرق تو نہیں ہو گیا ہے (لیکن کمپاس کی کوئی خفیف سی تبدیلی اس کے تھوڑے سے فاصلے کی سمت ۱۲ تا ت پر کوئی اثر نہ ڈالیگی) اور یہ معلوم ہو جائے کہ اس کا کمپاس کو استعمال کرنے کا یہ طریقہ ایسی شکل کی صورت میں، غلط تو نہیں ہے ۔ لیکن تمام سلسلۂ نقاط یا مقامہ جات کو کمپاس سے قائم کرنا صحیح نہیں ہوتا اور اس کو اُس وقت استعمال کرنا چاہیے جب کہ جنگل بہت گھنا ہو اور حصری پیمائش جو اس طرح کی جائے وہ ایک قابلِ اعتبار تثبیت پر بند کی جا سکے اور پڑتال کی جا سکے ۔ اگر اتفاقیہ ایسی ضرورت پیش آ جائے اور حصری پیمائش کا نقطہ اور تثبیت جو تقاطع[1] ثانی سے کی گئی ہے باہم نہ ملیں، اور اگر کمپاس کا تغیر مستقل رہا ہے تو حصری پیمائش کے ابتدائی اور اختتامی نقاط اور تمام تفصیل جو کچھ کہ اس سے کی گئی ہے سب کو چربہ کے کاغذ پر اُتار لیا جائے اور ابتدائی اور حقیقی اختتامی نقطہ میں درست کر کے بٹھا دیا جائے اور اس درست شدہ تفصیل کو چبھو کر بنا دیا جائے یا منتقل کر کے بنا لیا جائے ۔

تختی ۳ میں ہم یہ فرض کرینگے کہ بہت سے متبادل مقامے

[1] بازتراش (ریکٹی)

اس طرح ثبت کیے گئے ہیں صرف اس لیے کہ ایسا کیے بغیر چارہ نہیں تھا لیکن جہاں تختہ کو نصب کیا گیا تھا سمت کی پڑتال کرلی گئی تھی اور تھوڑے وقفہ کے بعد س، ع یا ف کو مشاہدہ کرکے فاصلہ کی بھی پڑتال کرلی گئی تھی۔ ان مقامہ جات سے آڑی کرن کو بھی مقامہ کے مرتسمہ نقطے سے گزرنا چاہیئے اگر یہ کرن نہیں گزرتی تو موزوں جگہ قریب میں تلاش کرلینی چاہیئے جہاں سے کم سے کم تین نقاط مرئی ہوں اور وہاں سے ایک پڑتالی تثبیت، مثلث کے اندر، ثانوی تقاطع سے کرلینی چاہیئے۔

تختہ والا اب (لہ) مقامہ پر پہنچ کر دیکھتا ہے کہ اگر وہ ندی کے بہاؤ کی طرف کو چلتا ہے تو وہ اپنے تینوں نقاط کے مثلث میں سے، مثلث کے باہر، جا پڑیگا پس وہ ندی کو اپنی جگہ پر چھوڑتا ہے جب تک کہ وہ اور مثلثاتی نقاط آگے کو نہ بنالے اور وہ ندی کی دوسری شاخ پر متوجہ ہو جاتا ہے۔ وہ (لہ) مقامہ سے واپس حصری کرتا ہوا نہیں جاتا کیونکہ یہ تضیع اوقات ہوگا لیکن ایک موزوں مقام پر یا فرض کرد نمبر چوب کے مقام ۲۹ پر جاتا ہے نمبر چوب والے کو وہاں کھڑا کر دیتا ہے اور ادھر اُدھر دیکھ کر ایک عمدہ محل کی تلاش کرتا ہے کہ جہاں سے ایک بعید نقطہ دیکھ سکے اور اس کے علاوہ اگر دو نہیں تو کم از کم ایک اور بھی دیکھ سکے۔ فرض کرو (م ۵) ایسا مقام ہے جہاں وہ اپنے تختے کو رکھتا ہے۔ یہاں وہ تختہ کی تشریق مقناطیسی کمپاس سے کرتا ہے، اور نمبر ۲۹ پر اپنا نمبر چوب پڑھتا ہے اور اپنا محل لگا لیتا ہے اور جو نقطہ اس طرح معلوم ہوتا ہے وہ اس کو بعید نقطہ پر اگر کوئی کمپاسی انحراف کی صورت ہے تو اُسے دیکھ لیتا ہے اور اپنے محل کی درستی بازتراش[1] سے ایک یا ایک سے زیادہ ثبت شدہ مقامات سے کرتا ہے۔ (۴۵)

اگر اُس نے نمبر ۲۹ کو نہیں پڑھا ہے اور صرف تختہ کی تشریق ہی مقناطیسی کمپاس سے کی ہے تو اس کو ممکن ہے کہ ایک بڑا مثلث (دیکھو باب ششم حصہ اول) حل کرنا پڑیگا جو سوائے ایک ہوشیار کارکن

[1] بازتراش (ریسیکشن)

کے بعض اوقات ایک لمبا کام ہو جاتا ہے۔

اس کے علاوہ ایک اور طریقہ بھی تختہ کو نصب کرنے کا اور حصری کرنے کا ہے اور اس کو پچھلا اور اگلا کرن کا طریقہ کہتے ہیں، اس میں اگلے مقام کی طرف کو پچھلے کی طرف قائد شعاعوں سے کیا جاتا ہے لیکن اسی طریقے سے اگر خطوط چھوٹے ہیں اور مقامہ کا نقطہ نشان پر مکمل شاقولی حالت میں نہیں ہے تو خطا واقع ہو جاتی ہے۔ یہ طریقہ زیادہ بڑے پیمانوں پر کام میں آتا ہے اور جب بعید نقاط دکھائی نہ دیتے ہوں مقامے اس طریقے سے صاف طور پر ایک دوسرے سے دکھائی دینے چاہییں اور بہت کچھ مسطر پر منحصر ہے جس کی توازیت بالکل مکمل ہو یعنی اگر ایک کرن ایک نقطہ پر کھینچی جائے اور مسطر کو پلٹ دیا جائے یعنی پہلے ایک سرے کے مقام پر دوسرا سرا رکھ دیا جائے اور پھر اس کو کرن پر رکھیں اور دوربین کو انتصابی چکر دیں تو پھر وہی شخص (Objet) کاٹا جائے۔

تختہ والا اپنا کام ا سے ب کی طرف کو جاری رکھتا ہے اور آخرکار ا پر کام کو بند کر دیتا ہے اور اس طرح مثلث ب ا د کے اور دونوں نالوں کے اتصال کی درمیانی تفصیل کم و بیش بھر لیتا ہے۔

ا سے ع کی سمت میں کام جاری کر سکتا ہے بڑے نالے کے باقی غیر پیمائش شدہ حصے کو بھی لگا کر ع پر کام بند کر دیتا ہے، اور پھر سیدھا س کی طرف لوٹتا ہے اور چھوٹی معاون ندیوں کی پیمائش کر کے پن ڈھال لگا دیتا ہے، اور جب یہ کام ختم ہو جائے تو وہ دوسری شاخ پر متوجہ ہو سکتا ہے اور مقامہ (صمہ) سے کام کر کے د وغیرہ پر ختم کر سکتا ہے۔ اس قسم کی پیمائشوں میں یہ پہلے ہی سمجھ لیا گیا ہے کہ ایک نمبر چوب والا آدمی عامل کی ہر ایک طرف کام کر رہا ہے، یعنی کم سے کم دو یا غالباً تین آدمی ہیں جو اس قسم کے کام پر ہیں۔ تین سے زیادہ آدمیوں سے کام کرنے میں وقت ضائع ہوگا اور ممکن ہے کہ نمبر چوب

والے آدمیوں کے کام میں حرج واقع ہو جائے۔ بتدی کے لیے دو آدمیوں سے کام کرنا کافی ہوگا۔ وقت کا مقابلہ اس سے ہو سکتا ہے کہ فاصلہ پیما زاویہ گیر سے تختہ کا کام کرنے میں ۴ یا ۵ نقاط کو مع تحویل شدہ ارتفاعوں کے حاصل کرنے میں اُتنا ہی وقت صرف ہوتا ہے جتنا تختہ مسطح اور جریب اندازی کی حالت میں ایک فاصلہ کی جریب اندازی میں۔ اگر اول الذکر سے کام نادرست ہو تو سرویر کا اپنا قصور ہے۔ اور جریب اندازی جو ان پڑھ خلاصی کرتے ہیں وہ خطاؤں کے ہو جانے کا باعث ہوتی ہے یہ خلاصیوں کا قصور ہوگا جس کے معنی وقت کا ضائع کرنا اور غصہ کا آنا ہے۔ ایک طرف تو حقیقی اُفقی فاصلہ اور تحویل شدہ ارتفاع ہیں جن کو پھسلواں پیمانہ سے معلوم کیا جاتا ہے، اور دوسری طرف خطِ مستقیم میں فاصلہ ہے جو تختہ والا ناہموار زمین پر تخمینی عمل سے حقیقی اُفقی فاصلہ کے سرسری عمل اور تحویل سے کرتا ہے۔ یہ حسابی عمل سوائے اس کے اور کچھ نہیں کہ محض ایک اندازہ ہے کیونکہ ایسی حالتوں میں کوئی صحیح حسابی رعایت جریب کے جھول[۵] کے متعلق نہیں کی جا سکتی۔ اس کے علاوہ ایک اور صریح فائدہ یہ بھی ہے کہ اس نئے قاعدہ سے ہم ایک ہم ارتفاعی خط پر فاصلہ کا شمار بڑھا سکتے ہیں اور فاصلہ قائم کر سکتے ہیں۔ پیمائش کنندہ جس کو ایک ایسی جریب کے پیچھے پیچھے جانا پڑتا ہے جو مشکل سے ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک کھینچی جاتی ہے اور جو اگر کسی شدید ڈھلواں قطعۂ زمین پر چلائی جاتی ہے، اور جو جھاڑیوں کے گھنے جنگل میں سے جو بیچ میں آتی رہتی ہیں کھینچی جاتی ہے، پیمایندہ کو ایک ٹیلے سے دوسرے ٹیلے پر پہنچنا پڑتا ہے اور ان پر ناہموار زمین ہوتی ہے تو وہ اس آلے کی قدر کریگا جو تحویل شدہ اور حقیقی فاصلے اس قسم کی مشکلات کو بغیر عبور کیے ویدے اور نمبر چوب والا جس وقت ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ پر جائے تو وہ راستہ میں تفصیل پر ٹھہر سکتا ہے اور اپنا گز پڑھوا سکتا ہے۔ دوسرا قاعدہ یہ ہے کہ یہ ضروری نہیں کہ نمبر چوب زمین پر ہی ٹکا ہوا ہو بلکہ اگر زمین جھاڑیوں سے ڈھکی ہوئی

(۴۶۱)

[۵] Sag = جھوک (کیٹنری)

ہو تو اس کو ایک آدمی کے سر پر اونچا انتصابی طور پر اُٹھایا جا سکتا ہے، گو سوپ وتھ[1] کا ایک دس گز یا ۱۵ فٹا نمبر چوب ایسی اتفاقیہ ضروریات میں کافی کامیابی سے استعمال ہو سکتا ہے۔ اعلیٰ درجہ کے تختہ کا کام کرنے والے سوائے ایسی حالتوں کے کہ وہ چھوٹے پیمانے پر کام کریں، جریب کشی کو درمیانی تفصیل حاصل کرنے کے لیے ایک جلد طریقہ سمجھ کر اور تثبیت کے لیے بھی اکثر زیادہ ایسی حالتوں میں کہ ثانوی تقاطع ممکن نہ ہو ایک جلد امداد سمجھ کر اختیار کر لیتے ہیں۔ یہ اس لیے کرتے ہیں کہ ان کو یہ توقع ہوتی ہے کہ جریب سے ناپے ہوئے فاصلے سے مطلوبہ معطیات حاصل ہو جائیں گے تاوقتیکہ ایک موزوں جگہ تثبیت[2] کے لیے اور اپنے حصری کو بند کرنے کے لیے دستیاب نہ ہو۔ ایک فاصلہ پیما جو نشست مسطر میں لگا ہوا ہو اور جس میں ایک دوربین بھی لگی ہوئی اور ایک درجہ دار نمبر چوب جو پیمائش کے پیمانے کے مطابق ہو یقینی طور پر ایک معمولی نشست مسطر اور جریب کشی کے مقابلے میں زیادہ فائق ثابت ہوگا اور پرانے اور کم صحیح طریقے میں ایک بیّن ترقی ہے۔ تختی نمبر (۳) سے ایک تختہ مسطح کا طریق مثلثائی اور تفصیل کا کام واضح ہو جاتا ہے۔ پیمانہ ایک انجینیر کی ضروریات کے لیے چھوٹا ہے اور جس سے مشکل سے فاصلہ پیما تختہ مسطح کے فوائد پوری طرح حاصل کیے جاتے ہیں اس لیے کہ ہم ارتفاعی خطوط دس فٹ کے فصل سے صرف ایک اندازاً لیول کے حاجتمند ہیں۔ لیکن جب انجینیر کو بڑے پیمانے پر کام کرنا ہو اور ہم ارتفاعی خطوط ایک ایک فٹ پر لگانے ہوں، فرض کرو اپنے تالاب کا ظرف معلوم کرنے کے لیے تاکہ پانی کی کعبی مقدار جو بند کے ایک خاص ارتفاع تک سما سکے گی معلوم ہو جائے تو اُس وقت پر فاصلہ پیما تختہ مسطح اپنی اصلی حالت میں ظاہر ہوتا ہے اور پیمائش کے لیے ایک قیمتی آلہ ثابت ہوتا ہے۔

تختی (۴) میں ایک دریائی کام کا قطعہ دکھایا گیا ہے جس کا پیمانہ ۵۰۰ فٹ فی انچ ہے اور ہم ارتفاع خطوط ایک ایک فٹ کے فصل سے

[3] نشست مسطر = Sight-rule [2] Traverse [1] Sopwith

دکھائے گئے ہیں۔ تختۂ سطح کے مقامہ جات روی اعداد میں دکھائے گئے ہیں ۔
اور نمبر چوب کے مقامہ جات چھوٹے ہندسوں میں جن کو اگر ایک سب اتھ
دیکھا جائیگا تو معلوم ہو جائیگا کہ کس طرح اور کس مقامہ سے تفصیل کی پیمائش
کی گئی ہے ۔ مقاموں کے ارتفاع اعشاریہ کے دوسرے مرتبہ تک تحویل
کیے جاتے ہیں اور اسی طرح پانی کے لیول بھی اور باقی نقطوں کے ارتفاع
اعشاریہ کے اوّل مرتبہ تک ہونے چاہییں تاکہ ہم ارتفاعی خط کھینچ دیا جائے
اور یہ ضروری نہیں کہ ان کو سیاہی میں دکھایا جائے تاوقتیکہ نشیب و فراز
زیادہ نہ ہوں ۔ یہ تختی یا نشیب رقبہ کی پیمائش کا حال ظاہر کرنے کا کام دیگی اگر
اونچے بندوں یا پشتوں کو یہ مان لیا جائے کہ ہموار و بلند زمین کے درمیان (۴۷)
حدِ فاصل ہیں ۔

فرض کرو کہ تختہ کو مقام ۸۹، ۹۰ کے اوپر رکھنا ہے اور ایک نقطہ
کاغذ پر انتخاب کر لیا ہے ۔ اور مقامہ کے اصلی موقع کو ظاہر کرنے کے لیے
عـ کا نشان کر دیا ہے ۔ تختہ کا لیول کر لینا چاہیے اور دوربین کے محور کی
بلندی مقامہ سے ناپ لینی چاہیے اور اعشاریہ کے دوسرے مرتبہ تک
لکھ دینا چاہیے (دوربین کا ارتفاع تختہ کے زیرین حصے تک ہمیشہ ایک
مستقل مقدار ہوتی ہے اور صرف اتنا ضروری ہوتا ہے کہ مقامہ کے
خاص موقع سے تختہ تک ناپ لیا جائے)۔ تختہ اب السمت میں اگر
کر دیا گیا ہے یا مقناطیسی شمال میں کر لیا جاتا ہے اور نمبر چوب کو مقامہ
(عـ) پر صرف محاذی فاصلوں اور سمت کے لیے پڑھا جاتا ہے
اور مرتسم کر لیا جاتا ہے اور صحیح قائد کریں کھینچ دی جاتی ہیں ۔
مقامہ (عـ) پر ارتفاع نہیں پڑھا جاتا اس لیے کہ لیول کا فرق
ایک معمولی لیول کے نمبر چوب سے زیادہ ہے (دیکھو نقشہ کی تختی) اور
پھسلواں پیمانہ سے دریافت کیا ہوا ارتفاع شاید اعشاریہ کے دو مرتبہ تک
صحیح نہ ہو ۔ پس اسی مقامہ کے لیے ایک درمیانی نمبر چوب کے پڑھنے
کی ضرورت ہوتی ہے بالکل اسی طرح جس طرح لیول میں پڑھنا ہوتا ہے

اور تختہ مسطح کو ایک مناسب جگہ پر نصب کیا جاتا ہے اس طرح پر زمین کے لیول کا فرق نمبر چوبوں پر پڑھا جاتا ہے ۔

اگر ضرورت ہو تو مقام ۲ براہِ راست تحویلی لیول کے لیے پڑھا جا سکتا ہے اور نتیجہ کو لیول پیمائی کے طریقہ سے یہ یقین کرنے کے لیے کہ کوئی غلطی تو نہیں ہو گئی مقابلہ کر لینا چاہیئے لیکن یہ پڑتال کا کام دے سکتا ہے نہ کہ ایسی قیمت کا کہ جس سے ایک اوسط لیول لیا جا سکے ۔ ۱ کا تحویلی لیول معلوم کر کے تختۂ مسطح مقام ۱ پر رکھا جاتا ہے اور تقریباً السمت میں کر لیا جاتا ہے اس طرح پر کہ نقشہ کا مقام ۲ نشان پر صحیح شاقولی حالت میں لایا جا سکے اور لیول کیا جا سکے ۔ اگر یہ تقریبی تشریق نہ کی جاتی اور نقطہ کو پہلے ہی شاقولی کر لیا جاتا تو پھر جب تختہ السمت میں کیا جائے تو نقطہ پھر نشان پر نہ ہو گا ۔ کوئی بعید مقام چونکہ پہلے سے ثبت نہیں کیا گیا ہے پیمائش ''پچھلی اور اگلی کرن'' کے حصری قاعدے سے بجائے مقناطیسی کمپاس کی تنصیب کے کی جائیگی ۔ پچھلی اور اگلی کرن کا قاعدہ جیسا کہ پہلے بیان کیا جا چکا ہے صحیح ثابت ہوتا ہے اگر فاصلہ مقامات کے درمیان پیمانہ کے لحاظ سے زیادہ مختصر نہیں ہے اور اگر تختہ کی شاقولی حالت احتیاط سے کی گئی ہے اور مقامہ جات ایک دوسرے پر سے دکھائی دیتے ہیں اور توازیت کی خطا نشست[۱] مسطر میں نہیں ہے ۔ توازیت کی خطا اس نشست مسطر میں اس قاعدے سے جو پہلے دیا جا چکا ہے اقل ترین مقدار تک کم کی جا سکتی ہے ۔ نشست مسطر قائد کرن ۱ ۲ اور ۲ ۱ کے ساتھ رکھ دی جاتی ہے اور مقام ۱ صحیح طور پر تقاطع کر لیا جاتا ہے اور تختہ کو کس دیا جاتا ہے ۔

ایک گز (نمبر چوب) والا آدمی موقع نمبر ا پر بھیج دیا جاتا ہے اور اس سے یہ کہ دیا جاتا ہے کہ وہ اپنے گز کی جگہ پر نشان چھوڑ آئے ۔ ایک تحویلی لیول دو مرتبہ اعشاریہ تک لیا جاتا ہے اور محل ۱ کو مرتسم کر لیا جاتا ہے ۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ یہ تحویلی لیول اور محل کسی ایک

[۱] Sight rule = نشست مسطر

اختتامی پڑتال کا کام دیگا فرض کرو مقام ۱۲ سے -

(۴۸) تفصیل کی پیمائش اسی طرح کی جاتی ہے جیسے کہ تختی (۳) میں پہلے بیان کر دیا گیا ہے اس کام میں پچھلی اور اگلی کرن کو قائد کرنوں کی تنصیب کے لیے استعمال کیا جاتا ہے - اور کام کی پڑتال مقام ۱۲ پر محل نمبر ا سے کی جاتی ہے اور نمبر ۱۳ تک اس پیمائش کو جاری رکھا جاتا ہے اور شاید پھر بھی پڑتال نہ کی جاتی ہے اور کام کو محل نمبر ا پر بند کر دیا جاتا ہے - ایک ایسا ہی سطحی نقشہ جس پر تحویلی لیول ہوں حاصل کرنے کے لیے ایک آلہ لیول کی ضرورت ہوتی اور معمولی تختۂ مسطح اور شکست مسطر سے صحیح جریب کشی پانی کے پار ناممکن ہوتی - لیول پیمائی میں ایک دن اور بھی صرف ہوتا اور پھر اس کے بعد یہ مرتسم کرنا پڑتا۔ بہت سے نقاط جو فاصلہ پیما تختۂ مسطح سے پرانے طریقے سے لگائے جاتے ہیں ان پر جھنڈیاں لگانی پڑتی ہیں اس طور سے کہ ان کا تقاطع کسی ایک مقام سے یا دو یا تین مقام جات سے درحقیقت صحیح ہونے کے لیے کرلیا جائے اور ممکن ہے کہ ایسا اتفاق ہو جائے کہ دوسری دفعہ کا دکھاؤ نہ بھی حاصل ہو سکے - اور جھنڈی کا محل بغیر اس کا انتظام کیے کہ جھنڈیاں کہیں خلط ملط نہ ہو جائیں ویسے ہی چھوٹ جائے - وقت میں بچت اور اس لیے مزدوروں کی مزدوری میں بچت ہوگی اور اس طرح ابتدائی خرچ جو آلے کو خریدنے میں ہو پورا ہو جاتا ہے خرچ کا سوال قابل اعتراض ہے لیکن اُس کا ظاہری خرچ اس بچت کے مقابلے میں کچھ بھی نہیں ہے جو اس سے ضرور حاصل ہو جانی چاہیے قبل اس کے کہ اس کے روغن کی چمک مدھم پڑے یا اس کے پرزوں میں تھوڑا سا گھساؤ ظاہر ہو -

(۳۲) تختی (۵) محکمۂ مال کا یا کھیتوار پیمائش کے نقشہ کا حصہ ہے -

ت، ت، ت، ت، ت، ت، زاویہ گیری حصری کے مقام جات گاؤں کی بیرونی حدود کے اوپر ہیں اور ان حدود کی حصری پیمائش ہمیشہ ایک زاویہ گیر سے کی جاتی ہے اور اس کی یاد داشت بطور

حوالے کے رکھ لی جاتی ہے تاکہ اگر نشانات ضائع کر دیے جائیں اور زمین کی ملکیت کے تنازعات شروع ہو جائیں تو بیاض سے حدود قائم کی جا سکیں۔

کھیتوں کی حدود کی پیمائش جو بعد کو کی جاتی ہے ان کی تشریح کی دوبارہ ضرورت نہیں ہے کیونکہ پڑھنے والا اب سمجھ سکتا ہے کہ کس طرح مختلف نقاط قائم کیے جاتے ہیں اور کس طرح پیمائش کی پڑتال کی جاتی ہے۔ عربی کی رقموں کے ہندسوں میں تختہ کے محل دکھائے گئے ہیں اور اردو کے چھوٹے ہندسوں میں گزوں کے محل۔

(۴۳) نقشہ کی تختی نمبر (۶) میں مثلث اور خطوط سرخی میں مثلثائی کے نظام کو ظاہر کرتے ہیں جو دریائے رام گنگا کے کنارے کنارے سارو اگنگا نہر کے راج بہے کے سلسلہ میں کی گئی تھی مثلثائی ایسی صورت میں مستطیلی محوروں سے کی جاتی اس لیے کہ یہ سلسلہ خاصا طویل تھا لیکن اگر تختی، جو دی گئی ہے، پیمائش کی پوری وسعت کو ظاہر کرتی ہے تو اس صورت میں صرف تختہ مسطحائی کرنا جس طرح کہ نقشہ کی تختی (۳) میں بیان کیا گیا ہے ضروری تھا۔ ایک مقام سے دوسرے مقام تک لیول پیمائی کا نظام بھی چلایا گیا ہے اور لیول والے نے اپنے راستہ میں جہاں تہاں میخیں لگا دی ہیں تاکہ وہ تختہ کے کام کے ارتفاع کی مزید پڑتال میں آ سکیں۔ یہ تحویلی لیول نقشہ میں اعشاریہ کے دوسرے مرتبے تک دکھائے گئے ہیں۔ (۴۹)

یہ فرض کرو کہ تفصیل کا کام خط ب س تک پہلے ہی سے ہو چکا ہے اور علاقہ کا دوسرا حصہ جو قیام گاہ سے آسانی سے شروع کرنا ہے دریا کا وہ حصہ ہے جو نقاط ب، س اور د کے درمیان پھیلا ہوا ہے۔ تختہ کو ب پر جما کر پیمانہ کے مدنظر رکھتے ہوئے ب پر اندازاً مرکوز کرنا چاہیے۔ نقطہ ب چونکہ ایک مثلثائی کا مقام ہے نقاط ب، س اور ا مرئی ہیں۔ بعید ترین نقطہ کو انتخاب کر لو فرض کرو

کہ یہ س ہے - شست مسطر کے کنارے کو ب س خط پر رکھو اور تختہ کو کھول دو اور اس کو اتنا موڑ لو کہ نقطہ س کا تقاطع دوربین پر ہو جائے - تختہ اب بالکل السمت میں یعنی حقیقی تشریق میں ہے -
سرویر (پیمایندہ) کام کو اب شروع کرسکتا ہے اور گز والے آگے بھیج دیے جاتے ہیں اور محل ۹ ۶ ۴۲ ۶ ، ۸ ۶ ۴۱ ، ۵ ۶ ۴۰ ، ۱۰ ۶ ۴۱ کی تثبیت کر لی جاتی ہے اور بلند بول یا زمین کا جو حصہ شمال - شمال مشرق کی طرف کو جاتا ہے معلوم کرلیا جاتا ہے - سرویر کو معلوم ہو جاتا ہے کہ اس کو ب پر کوئی کام اور کرنا نہیں ہے اور چونکہ اس کو اپنا مقناطیسی نصف النہار معلوم کرنا ہے وہ اپنی کمپاس کو چڑھا لیتا ہے اور کمپاس کی ڈبیا کے کنارے پر ایک خط کھینچ لیتا ہے جو مقناطیسی شمال کو ظاہر کرتا ہے -
اب چونکہ وہ ایک شمال مشرقی سمت میں جانا چاہتا ہے جہاں شاید اس کو ایک سے زائد بعید مقام نہ معلوم ہو سکیں، گز والا آدمی ۸ ۶ ۴۱ پر سے نہیں بلایا جاتا - اب ہم یہ خیال کرینگے کہ ایک محل کو جو نقشہ میں نمبر ۱ سے ظاہر کیا گیا ہے پسند کرلیا گیا ہے اور د دیکھا جا سکتا ہے اور نیز ا اور ب بھی -
سرویر اس طرح نمبر ۱ کے حقیقی محل کو ثانوی تقاطع [۵۲] سے قائم کرسکتا ہے یا جس کو ہندوستان میں "تثبیت" کہتے ہیں حاصل کر سکتا ہے - وہ مثلث ب ا د کے اندر رہتا ہے اور اس طرح اس کا حقیقی محل خطا کے مثلث کے اندر رہیگا اگر کوئی خطا ہے - اس مثلث کو معمولی طریقہ سے حل کرنا حالات موجودہ میں تضیع اوقات ہے اور جو کچھ پیمائش کرنیوالے کو کرنا چاہیے وہ یہ ہے کہ اپنے کمپاس کو تختہ پر رکھ کر تشریق کرے تاوقتیکہ مقناطیسی سوئی شمال پر ساکن نہ ہو جائے، اس وقت ۸ ۶ ۴۱ والے نقطہ کو پھر دیکھا جاتا ہے اور پڑھا جاتا ہے اور اس کا اپنا محل ۸ ۶ ۴۱ کے نقطہ سے مرتسم کرلیا جاتا ہے - جو نقطہ اس طرح نمبر ۱ کے لیے معلوم ہوتا ہے وہ مقام د کی مدد سے تختے کے السمت کو صحیح

[۵۲] نمبر چوب والے ۵۲ باز تراش (Resection)

کرنے کی غرض ہے اس صورت میں کہ متقناطیسی کمپاس کا تغیر موجود ہو استعمال کیا جا سکتا ہے اور نمبر ا کا محل ب اور ا سے تقاطع ثانوی کرکے پڑتال کیا جا سکتا ہے ۔ اس میں کوئی فرق نہیں ہونا چاہیے کیونکہ تغیر کی تبدیلی گو زیادہ ہی کیوں نہ ہو بہ مشکل اس چھوٹے خط پر جو ۸ ء ۱۴۲۶ اور نمبر ا کے درمیان ہے اپنا اثر کریگی ۔

مقام نمبر ا پر گز والے آدمیوں سے بہت کام لیا جاتا ہے کیونکہ یہاں کام کرنے کے لیے بہت ہوتا ہے ۔ ہر کام کے ختم پر تختہ والے کو معلوم ہو جاتا ہے کہ اس سے قبل کہ وہ اپنے تختے کو شمال کی جانب آگے بڑھائے اس کے لیے ضروری ہے کہ وہ مشرق کی طرف ایک اور مقامہ بنائے ۔ اس موقع پر وہ ایک گز والے آدمی کو ۰ء ۱۴۱۶ پر رکھتا ہے مع ہدایات کے وہ تاحکم ثانی وہاں ٹھہرا رہے اور وہ ۴۰ء ۱۴۰۶ کے گز والے سے نمبر ۲ مقامہ معلوم کرنے میں کام لیتا ہے بالکل اسی طرح جیسے کہ اس سے پہلی حالت میں یعنی نمبر ا کے محل کے دریافت کرنے میں۔ (۵۰)

اب محل ۲ پر سرویر نقطہ ا کو دیکھتا ہے تاکہ اپنا السمت درست کرلے لیکن اُس حالت میں کہ ا کو نہ دیکھتا وہ اپنی متقناطیسی سمت کو صحیح مان سکتا ہے وجہ یہ ہے کہ اس کو نمبر ۲ کو کسی حصری کے کام میں تو لانا ہی نہیں اور جو کوئی نقاط اس نمبر ۲ سے وہ ثبت کرتا ہے ان پر کمپاس کے خفیف سے فرق کا کوئی اثر نہیں ہوتا۔ سرویر اب ایک لیول کی کھونٹی کو جس کی قیمت ۷ء ۱۴۱۶ ہے انتخاب کرتا ہے اور اپنے محل کو ۰ء ۱۴۱۶ کے محل سے دریافت کرلیتا ہے اور اگر ممکن ہو تو اس کی پڑتال کرلیتا ہے ۔ وہ اپنے ارتفاع کو ۰ء ۱۴۱۶ سے تحویل کرتا ہے اور اپنے ارتفاع کی پڑتال کرتا ہے اور لیول لینے والے کے تحویلی ارتفاع سے وہ اپنے لیول کو درست کرلیتا ہے ۔ سرویر اسی طرح کام کو جاری رکھتا ہے اور اپنے محل سے ارتفاع کی پڑتال جہاں جہاں ممکن ہو کرنے کے بعد آخرکار ب پر کام کو بند کر دیتا ہے اثنائے پیمائش میں تقریبی محل حاصل

کرنے کے لیے ایک ماہینی گز رکھ لیتا ہے اور اس طرح آخری مقامہ سے ثبت شدہ مقامات سے ایک معقول فاصلہ پر رہتا ہے۔

(۳۴) اگر سرویر کا تختہ باری باری سے متبادل مقامہ جات پر نہیں رکھا گیا تھا جیسا گھنے جنگل میں ممکن ہے کہ پیش آگیا ہو تو اس وقت پچھلی اور اگلی کرن کے طریقے کی طرف رجوع کرنا پڑیگا اور کل کام کا نصف کرنا ممکن ہوگا ۔ س پر سرویر آخر کار واپس آتا ہے اور مقامہ نمبر ۴ پر اپنا کام بند کر دیتا ہے اور مقامہ نمبر ۱ کو بھی ایک طرف کو ہٹ کر دیکھ لیتا ہے۔

(۳۵) اسی طریقے سے کسی چھاؤنی کی پیمائش بھی ایک زاویہ گیر حصری کو پیمائشی بنیاد قائم کرکے کی جا سکتی ہے اور عمارات اور ان کے متعلقہ احاطوں کے گوشے، قندیلوں کے محل، نالیاں، حد بندی کے نشانات، پن بُرج[۱]، وغیرہ وغیرہ تختہ مسطح پر قائم کیے جا سکتے ہیں۔ اس طرح پیمائش سے کھڑی فصلیں اور نج کے باغوں کا کوئی نقصان نہیں ہوتا جتنا کہ ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک جریب کشی کی وجہ سے ہوتا ہے۔ کسی بازار کے گوشہ کو قائم کرنے کے لیے بس اتنا ضروری ہوتا ہے کہ عام سڑک پر گز کو سروں کے اوپر دکھا دیا جائے اور آگے چل کر مکمل نظام تحویلی لیولوں کا نکلتا آئیگا ۔

(۳۶) اس بات پر زور دیا گیا ہے کہ تختہ کی السمت صحیح حالت میں رہے اس لیے کہ فاصلہ میں کوئی خطا نہیں ہوتی جو ہمیشہ افقی ہوتا ہے اور جو فاصلہ پیمائی سے حاصل کیا جاتا ہے بشرطیکہ گز، دوربین کے عدسے کی طاقت کے اندر موزوں فاصلے پر پکڑا گیا ہے اور زیادہ لمبے فاصلے اس لیے کہ زمین کو جلدی طے کر لیا جائے نہیں لیے گئے ہیں ۔ زاویہ گیر اور جریب سے ہموار زمین پر پیمائش کرنے میں زاویئی صحت کم و بیش جریب کی صحت کی وجہ سے متوازن ہو جاتی ہے لیکن پہاڑی علاقہ کے کام میں یہ توازن مفید ثابت نہیں ہوتا جب تک کہ جریب کشی علمی اصولوں پر مبنی نہ ہو جیسے کہ ایک بنیادی خط پر ہوتا

[۱] Hydrant = آبہ (کمیٹی)

ہے۔ جو فاصلہ کہ جریب سے ناپا جاتا ہے وہ حقیقی افقی فاصلے سے یا تو زائد ہوتا ہے یا کم (عام طور پر زائد ہوتا ہے)۔ ایک سمت میں زیادتی ایک زاویئی تقسیم رسدی ہو جاتی ہے جب کہ حصری پہلی سمت سے قائمہ میں ہو جاتی ہے اور اسی طرح اختتامی خطا ایسے حصری کی خیالی رہ جاتی ہے۔ چونکہ ہندوستان میں ایسے حصری کام کا بہت زیادہ حصہ ایسے پہاڑی علاقوں میں جن پر گھنے جنگل ہوں، ہوتا ہے جہاں مثلثائی ناممکن ہے، بجز اس کے کہ وہ زاویہ گیر حصری کے خط وتری کا کام دے اور چونکہ جنگل کی روشنی والے خطوط موجود ہوتے ہیں اس لیے تختہ مسطحائی، فاصلہ پیما زاویہ گیر سے اختیار کرلینی چاہیے، ہر ایک تختہ والے کو چاہیے ایک خاص قطعۂ زمین کو جو خطوط روشنی سے محدود ہو زاویہ گیر حصری کے کسی حصے کو بنیاد بنا کر مثلثائی کے نقاط کو اگر وہ بلند اراضیات پر جو خاصی ہموار ہوتی ہیں موجود ہوں باہم ملا لے۔ حصری کے ساتھ ساتھ ایک عمدہ سلسلہ ارتفاعوں کا ہم ارتفائی خطوط کی پڑتال کے لیے بھی قائم کرتے چلے جانا چاہیے۔ (۵۱)

ایک زاویہ گیر حصری بلند زمین کے قطعہ پر غیر ضروری ہے اگر قطعۂ زمین کو جغرافیائی حیثیت سے قائم کرنا مطلوب نہیں ہے۔

(۳۷) اس جگہ فقط ایک خاکہ اس قسم کے تختہ مسطحائی کے امکانات کا بیان کیا گیا ہے اور طالب علم کو زیادہ وضاحت سے حال باب ہشتم حصۂ اول میں معلوم ہوگا۔ ہر ایک تختۂ مسطح کا کام کرنے والا تجربہ سے بہت سے اختصاری قاعدوں سے واقف ہو جاتا ہے اور یہ اس کا کام رہ جاتا ہے کہ وہ ایسے قاعدوں کو معلوم کرلے اور اپنے علم کی تکمیل اس قسم کے کام میں کرلے اور اس سے پہلے کہ یہ باب ختم کیا جائے یہ بہتر ہوگا کہ کچھ عام اشارات تختہ مسطحائی کے متعلق بیان کیے جائیں، اور وہ مشکلات بیان کی جائیں جو نامکمل شکستہ مسطروں سے اور تختہ مسطحوں سے جو گیلی لکڑی کے بنے ہوئے ہوں کام کرنے میں پیش آتی

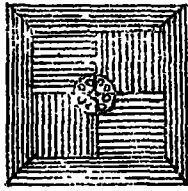
Traverse ۵۱

رہتی ہیں۔

تختہ مسطحائی عام طور سے مثلثائی پر یا حصری میں ہوتی ہے اور وہ کاغذ جس پر کہ پیمائش ہوتی ہے کپڑے پر ریشی سے چپکا دینا چاہیے اور کپڑا تختے پر اور پوری طرح سے خشک ہونے کو رکھ دینا چاہیے قبل اس کے کہ حل شدہ نقاط اس پر مرتسم کیے جائیں - اس بات کی بہت احتیاط رکھی جائے کہ تختے کو گیلا تو نہیں کر دیا۔ معمولی مسطح تختے پائن[1] (صنوبر) کے تین تختوں کے ٹکڑوں سے بنے ہوئے ہوتے ہیں ان کی لکڑی کی رگ ایک ہی سمت میں ہوتی ہے اور یہ ٹکڑے ساگوان کے دو پٹوں سے جکڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ جھری دار سوراخوں کی وجہ سے جانبی حرکت کر سکتے ہیں اور اس طرح پھیلاؤ اور سکڑاؤ کی رعایت ہو جاتی ہے، عام طور سے سکڑاؤ ہوتا ہے کیونکہ بارش کے مہینوں میں اور رات کے وقت لکڑی رطوبت کو جذب کر لیتی ہے اور پھول جاتی ہے اور یہ نمی خشک موسم میں اور دن کی گرمی میں خارج ہو جاتی ہے۔ پھر ناہموار سکڑاؤ سے جو ایک ہی سمت میں، عام طور سے عرض میں ہوتا ہے اس سے نہایت اعلیٰ درجہ کی مثلثائی یا حصری جس وقت کہ تختہ شکن دینے لگے بیکار ثابت ہو جاتی ہے اور اس مشکل پر قابو پانے کا ایک ہی طریقہ ہے کہ ایک سے لے کر سات دن تک پیمانے اور پیمائشی زمین کے ... کو مد نظر رکھ کر تختہ کے ہر ایک حصہ کے قائم شدہ مقامات اور نقاط پر تختہ قائم کرنے پڑیں اور ان سے بہت سے امدادی نقاط کا تقاطع کیا جائے تاوقتیکہ کوئی حصہ تختہ کا نقاط سے دو یا تین انچ کے فاصلے تک نہ رہ جائے۔ جس وقت تک کہ سرویر کو اس ابتدائی کام میں یہ معلوم ہوتا ہے کہ اس کے بعید نقاط درست ہیں وہ اپنے کام کو تمام مثلثی معطیات سے یا کسی ایک سے شروع کر سکتا ہے، لیکن جب وہ

---

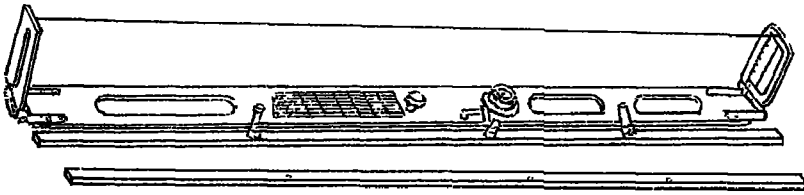
[1] Pine

یہ دیکھتا ہے کہ بعید مقام آپس میں نہیں ملتے تو اس کو چاہیے اُن کو ترک کر دے اور صرف اپنے "قریبی" نقاط سے کام کرے۔ اس طور سے وہ اپنے بڑے مثلثوں کو توڑ کر چھوٹا کر لیتا ہے اور جس وقت وہ دیکھتا ہے کہ اس کا تختہ خرابی دے رہا ہے تو اس کو چاہیے کہ اپنے قریبی نقاط کو کام میں لائے اور بعید نقطہ پر نہ تو ثبت کرے اور نہ تقاطع کرے۔ کام کا اس قسم کا خلط ملط تختہ مسطح کی دلفریبی کو مٹا دیتا ہے اور سروے کی لمبی لمبی مار کے نشانوں کے مشاہدے جو ٹیوں کی طرف نمایاں مندروں پر درختوں پر، چٹانوں پر، اور ندیوں کے سنگھم وغیرہ پر لینے میں مانع ہوتا ہے اور جو اس سے زیادہ خراب بات ہے وہ اپنے کام کی پڑتال کے موقع کا زائل ہونا ہے جو کسی نمایاں مقام سے ہوتی ہے جو ایک نہایت ہی خوشگوار کام ہوتا ہے۔ یہ کہا جاتا ہے کہ ایک ایسا تختہ مسطح جو عمدہ پائن کی لکڑی کے چار ٹکڑوں سے بنایا جائے اور جس کو سخت قسم کی لکڑی کے چوکھٹے میں جڑ دیا جائے اور جس میں پائن کی لکڑی کے ٹکڑوں کی رگیں آڑی ہوں (دیکھو نقشہ) کم و بیش اس نقص کو دور کرنے کا موثر اور ارزاں طریقہ ہے۔ لیکن الومینیئم کے تختہ کے سوا جو جہاں تک ہو سکے مربع شکل کا ہو مرتسم شدہ نقاط کے ٹیڑھے پن کی شکل کو اور کوئی چیز نہیں دور کریگی۔ **(۵۲)**

اگر شست[1] سادہ معمولی ساخت کی ہے تو اس کی لکڑی سیدھی رگوں کی اور پرانی جتنی بھی دستیاب ہو سکے ہونی چاہیے۔ بکسی لکڑی ایسی ہی عمدہ ہوتی ہے جیسی کہ کوئی اور لکڑی اور یہ نہ تو پسیجتی ہے اور نہ بدنما داغ کاغذ پر ڈالتی ہے۔ خط نظر سیدنہ[2] پٹیوں میں سے مسطر کے اعتمادی یا عملی کنارے کے متوازی ہونا چاہیے اور اگر ایسا نہیں ہے تو پچھلے اور اگلے سیدنہ کسی کرن کے یکساں نہیں ہونگے۔ اگر ایک شست مسطر میں ٹیڑھ ہو جائے تو

---

[1] شست مسطر = Sight-rule
[2] سیدنہ پٹی = Sight-vane

اس وقت اس کے کنارے کا تھوڑا سا منتخب شدہ سیدھا حصہ استعمال کرنا چاہیے اور اس سے خط کھینچنے چاہییں اور اس ہی شست مسطر[1] سے کام کی پڑتال کرنی چاہیے ۔

ذیل کے مجوزہ نمونہ کی سفارش کی جاتی ہے کیونکہ یہ توازیت کے لیے ترتیب دیا جاسکتا ہے اور کرن کھینچتے وقت شست مسطر کو پنسل یا الپن سے مقامی نقطہ پر اڑا کر لگانے کی ضرورت نہیں رہتی ۔ یہ الیکٹرم (Electrum) کی بنی ہوئی ہوتی ہے مع ایک پتلے توازی مسطر کے

جس کو اس طرح مرتب کر سکتے ہیں کہ وہ ہمیشہ خطِ نظر پر رہے ۔ اس توازی مسطر کو اگر خراب ہو جائے تو علیحدہ کر سکتے ہیں یا اس کے بدلے ایک فالتو پٹی کو جو صندوقچہ میں رہتی ہے لگا سکتے ہیں ۔ سیدھ پٹیاں[2] مضبوط قبضوں سے جڑی ہوئی ہوتی ہیں اس طرح پر کہ ان کو تہ کر سکتے ہیں اور دونوں مسطروں میں ایک ایک گھنڈی لگی ہوئی ہوتی ہے ایک گھنڈی توازی سے نقطے پر شست مسطر کو اٹھانے کے لیے اور دوسری توازی مسطر کے لیے علاوہ ایک چھوٹے سے بلبلے کے جو تختہ کو خاصا لیولی حالت میں قائم کر دیتا ہے ۔

(۳۸) تختے والے کو اپنے تفصیلی کام کے کرنے کی بہت جلدی (۵۴)

[1] شست مسطر Sight-rule
[2] سیدھ پٹی Sight-vane

نہیں کرنی چاہیے۔ سب سے پہلے ممکن ہو تو اس کو تمام ثبت شدہ نقاط پر جانا چاہیے، ان کی پڑتال کرنی چاہیے اور اس کے بعد ایک دن یا اس کے قریب، بہ لحاظ پیمانہ، ضمنی نقاط لگانے میں شروع کرنا چاہیے۔ "خارج ازمثلث" رہ کر کام کرنے سے بچتے رہنا چاہیے اور بچنے کے لیے یہ بہتر ہوگا کہ ایک نقطہ اپنے کام سے باہر قائم کرلے تاکہ وہ نقاط کی تثبیت میں "داخل مثلث" رہے۔ ایک تثبیت کا حل "خارج ازمثلث" نظریہ میں درست ہے لیکن تختہ میں تھوڑی سی اینٹھ سے سخت غلطی ہوجاتی ہے اور یہ بات مثلث کی داخلی صورت میں نہیں ہوسکتی اس لیے کہ یا تو مثلث حل نہیں ہوگا یا خطا ایک بہت چھوٹی سی مقدار تک محدود رہ جائیگی۔ اکثر صورتوں میں تثبیت خارج ازمثلث مبہم ہو جاتی ہے اور اس لیے اس کو داخل نہیں ہونے دینا چاہیے۔ بالکل کشادہ یا کافی کشادہ حصۂ زمین پر بہترین نظام عمل یہ ہے کہ کسی معلوم مقام سے تثبیت کرنے کے بعد جریب کشوں کو کسی ممیز بعید شخص (Object) کی طرف کو نسبت پر لگا دینا چاہیے (یہ ضروری نہیں کہ یہ شخص (Object) تختہ مسطح سے ثبت شدہ ہو) اور یہ سمت وہ ہو جس کی طرف کام پڑا ہوا ہو اور بڑھانا ہو اور اس کے علاوہ ایک کرن بھی اس بعید شخص کی طرف لگا دینی چاہیے۔ جریب کو تفصیل کے قریب ٹھہرا دینا چاہیے اور ایک محل ایسا معلوم کرنا چاہیے جہاں سے کم سے کم ایک بعید ثبت شدہ مقام کا دکھاؤ ہو اور وہاں سے شاید ایک یا دو قریبی نقاط بھی دکھائی دیتے ہوں۔ اس کو چاہیے کہ فاصلہ ناپ کر دیکھ لے اور کرن کے اوپر مرتسم کرو ۔۔۔ اب سرویر اپنے تختہ کی تشریق کسی بعید مقام سے جو قائم شدہ ہے کرتا ہے اور قریب کے نقطہ سے تقاطع کرتا ہے یہ تقاطع ناپے ہوئے فاصلہ کی پڑتال کا کام دیگا۔ اگر ایک سے زائد قریبی نقطہ دکھائی دیتا ہے اور کوئی وجہ نہیں کہ یہ نہ دکھائی دے بشرطیکہ ابتدائی کام پوری پوری طرح کیا گیا ہے تو جریبی فاصلہ کا ارتسام اب ایک قابل اعتماد تثبیت ہو جاتی ہے۔ جس وقت

محل کو قائم کر لیا جائے تو اسی وقت جریب کشوں کو دوسرے خط پر لگا دینا چاہیے اور تھوڑے سے تجربہ کے بعد یہ لوگ ایسی جگہ پر جو تفصیل خیال کی جاسکے ٹھہرنے لگینگے ۔ تختہ والا اس اثناء میں اپنے تختہ کے نزدیک کی تفصیل کو بھر لیتا ہے ۔

جریب کشی صرف ایک مطلب برآری کا ذریعہ ہے یعنی اس سے ثبت کا کام جلدی ہو جاتا ہے اور کام کا انحصار جریب کی ناپوں پر نہیں ہوتا سوائے شاید ہر دن میں سے اوسطاً ایک یا دو مواقع کے ، لیکن اس پر بھی دوسرا ہی محل ممکن ہے کہ پڑتال کا کام دیدے ۔ چھوٹے پیمانوں پر یہ نظام عمل کام کے لیے مفید بتایا جا سکتا ہے صرف اُس وقت تک کہ ہر مقام پر پیمائش کرنے والا ایک خاصے بعید نشانے کو اپنے سامنے رکھتا ہو اور اس معاملے میں یہ ضروری نہیں کہ ہر دفعہ ایک ہی نقطہ ہو ۔ اس قسم کی جریب کشی کے فاصلے کو قبول کر لینے سے جبکہ ڈھال دار زمین پر اوپر کی طرف یا نیچے کی طرف کام کر رہے ہوں اور ایک بعید مقام کو اسمت قائم کرنے کے لیے لے کر مرتسم شدہ نقطہ کو اس پر لگا سکنے میں یہ ضروری نہیں کہ اُفقی فاصلہ کا حسابی عمل کیا جائے بشرطیکہ ایک نقطہ نزدیکی ثبت شدہ خط کے دائیں یا بائیں جانب موجود ہو ایسی صورت میں ایک کرن حاصل کر لی جاتی ہے ۔ اس کرن کا تقاطع پہلی کرن سے بہ لحاظ سمت کے حقیقی نقطہ کو قائم کر دیگا یعنی جریب شدہ فاصلہ اب اُفقی فاصلہ میں تحویل ہو جائیگا ۔

(۵۴) تختہ کو اب اس نئے یا حقیقی نقطہ کو صحیح قبول کر کے اسمت کے لحاظ سے درست کر لیا جاتا ہے اور اُس خفیف سے تغیر کی وجہ سے جو تختہ کے ابتدائی نصب میں کیا جائے آڑی کرن پر کوئی اثر نہیں پڑیگا لیکن اگر کوئی اثر ہوتا ہے تو اس ہی ترکیب سے بار بار عمل کیا جائے تاوقتیکہ کوئی تبدیلی واقع نہ ہو سکے ۔ یہ زیادہ اچھا ہے کہ تم اپنے تختہ کو اپنی تفصیل کے درمیان نصب کرو اور اس طریقے سے اپنا محل دریافت کرو بمقابلہ

اس سکے کہ ۵۰ یا ۱۰۰ اگز دُور کسی مناسب موقع کی تلاش میں ایک تقاطع ثانی سے تثبیت کرنے کے لیے وقت ضائع کرو۔ اگر جریب کے نقطہ کی صحت میں کوئی شبہہ رہ جائے تو بعد کو ایسی ہی ایک پڑتال اور کرلی جائے۔

۳۹۔ پنسلی کام نہایت ہی باریک ہونا چاہیے اور نہایت عمدہ سخت گریفائیٹ (Graphite) کی پنسل سے کیا جائے۔ پنسل کی نوک کو بار بار ریگ[1] مال کے کاغذ کے ٹکڑے پر گھس کر باریک رکھنا چاہیے۔ اس کی ایک ایک دھجی تختہ کی ٹانگوں میں چپکا دینی چاہیے۔ جب کوئی پنسل نرم کام دینے لگے جیسا کہ گرمی کے خشک موسم میں پیش آجاتا ہے تو ایک نئی پنسل بنالینی چاہیے اور پرانی پنسل مرطوب موسم میں کام کے لیے اٹھا رکھنی چاہیے۔ عمدہ نرم ربر کام میں لانا چاہیے جس سے کاغذ کی سطح خراب نہ ہو جائے اور اس طرح آیندہ کام کو روشنائی سے پکا کرنا یقینی ہو جائیگا۔ ایک فالتو ربر کا ٹکڑا ہمیشہ ساتھ رکھنا چاہیے۔ پنسل کو سیدھا اپنے قاعدہ پر کھڑا کر کے نشست سطر کو کرن لیتے وقت اڑا کر پھرانا چاہیے اور چونکہ باہر کی طرف کا گریفائیٹ بھدے داغ کاغذ پر ڈال دیگا تو اس کو چاقو سے کرید دینا چاہیے۔

پنوں (Pins) کے گہرے سوراخ اور تقسیمی پرکاروں کے بدنما سوراخ جو فاصلے مرتسم کرنے کی وجہ سے بن جاتے ہیں یہ نہیں ہونے چاہییں۔ پنسلی کام جو اختتامی نہیں ہے اس کو سیاہی میں نہیں کرنا چاہیے اس لیے کہ سیاہی کو کھرچنے کی اجازت نہیں ہوتی۔ نظری ہم ارتفاع خطیائی معمولی آلوں میں سے جو ہمیشہ سے استعمال ہوتے ہیں کسی ایک سے وقفہ وقفہ سے بلندیاں لینے سے کی جائیگی۔ ان آلات میں سے پیمائشی وضع کی ساخت کے میسل پیما کی یا ماسی میل پیما کی سفارش کی جاتی ہے۔ یہ سفارش صحیح کام دینے کے خیال سے کی جاتی ہے لیکن یہ آلہ لیولی آلہ سے نہایت ہی اندازاً کام کا یا فاصلہ پیما آلہ سے

[1] ریگ مال یا ریگ تراش Sand paper

حاصل کیے ہوئے ارتفاعوں کا مقابلہ جب کہ یہ معمولی لیول پیمائی
پر اور مثلثائی پر مبنی ہوں ہرگز نہیں کر سکتا۔ سرویر کو چاہیے کہ
قبل اس کے کہ وہ ایک تثبیت پر سے ہٹے اپنا پورا پورا اطمینان کرلے
کہ اپنے کام کو ختم کر لیا ہے، اور جیسے جیسے وہ ایک نقطہ سے دوسرے
نقطہ پر جاتا ہے اس کو ہر ایک موڑ اور گھوم خواہ ندی میں یا راستے میں
یا سڑک میں ہے نگاہ میں رکھنا چاہیے اور درج کرنا چاہیے تاکہ اس کو
یقین ہو جائے کہ کوئی چیز اس سے رہ تو نہیں گئی یا وہ اس کو
چھوڑ تو نہیں گیا۔ اس کو مختلف ہیئتوں کو جو اشخاص یا (Objects) کے
مختلف دکھاؤ سے پیدا ہو جاتی ہیں مشاہدہ کرنا چاہیے اور جس وقت وہ
کام کر رہا ہو تو وہ اس میں منہمک رہے اور اس کا مدعا صد درجہ کی کامل
صحت ہونا چاہیے۔ اس کو چاہیے کہ جب وہ کام پر پھرے تو فاصلوں
کا اندازہ کرنے کی قابلیت پیدا کرے تاکہ وہ اپنے نقشہ کے تشخص کے
فاصلوں کے تقرب اچھی طرح حاصل کر سکے۔ آنکھ کی تربیت پر بہت
زور نہیں دیا جا سکتا۔ تختہ مسطحائی کا اصل گر فاصلوں کا صحیح اندازہ کرنے
کی قابلیت مع عمدہ نقشہ کشی کی قابلیت کے ہے۔ تختہ مسطحائی ایک
فن ہے جو ایک دن میں نہیں آسکتا اور تکمیل اس فن کی مہینوں کی
باقاعدہ مشقت ہی سے حاصل ہوتی ہے جس میں اکثر بہت شکل صورتیں
پیش آتی ہیں۔ لیکن تھوڑے سے عرصہ میں ایک انجینیر کے مطالب
کو پورا کرنے کے لیے کافی طور سے اس کام کو سیکھا جا سکتا ہے۔

(۵۵)

(۴۰) ایسے تحدید پیمائشوں اور تجویزوں کی حالت میں جن سے
زمین کے ایک وسیع رقبے کی ہیئت تبدیل ہو جائے یہ کرنا چاہیے کہ
ان کو سروے آف انڈیا کے مثلثیات پر مبنی کرنا چاہیے جو محکمہ کے
صدر دفتر سے مل سکتے ہیں۔ کوئی محکمہ کسی سروے کے کام کو اپنے
نقشوں میں شمولیت کے لیے نہیں قبول کر سکتا اگر سروے کی بنیاد
کسی طرح قابلِ اعتراض ہے، اور کوئی بے ڈھنگی سے بے ڈھنگی

ایسے معطیات کو چُن چُن کر لگا دینا چاہیے - سروے کا کام اس وقت مستند معیاری نقشے پر درستی کے لیے مفید ثابت ہو سکتا ہے اور انجینیر کو چھوٹے پیمانہ پر کام کو مرتسم کرنے سے اور اس کے مثلثی معطیات کو جو اس کے پاس پہلے سے موجود ہیں ملا کر جوڑنے سے معلوم ہو جائیگا کہ اس کے کام کی رفتار کیا ہے -

جو ہدایات کہ دی گئی ہیں ان سے مبتدی کے لیے یہ مشکل کام نہیں رہا کہ وہ اب کام کو شروع نہ کر سکے - اور یہ بات یاد رکھنے کی ہے کہ ابتدا میں کام کی رفتار سست ہوگی لیکن مستقل مزاجی سے کام کرنے سے اور اس فنِ پیمائش کے امور میں جو پیدا ہوتے رہیں دلچسپی کے پیدا ہو جانے سے دن کی درازی معلوم نہیں ہونے پائیگی اور کام ایک خوشی کا ذریعہ بن جائیگا - ایسے طریقے مثلاً جریب اور کمپاس سے پیمائش کو بیاضوں میں لکھ کر کرنا' وغیرہ' بڑے کاموں کے لیے ابتدائی مدارج ہونگے اور فی زمانا زمین کے نقشے کے کام میں فاصلہ نما کا طریقہ بشمولیت جانگاری کے طریقوں کے وہ انتہائی طریقے ہیں جو اس وقت تک ایجاد ہو چکے ہیں -

۴۱ - تختی ۸ - ایک اوسط درجہ کی مشکل زمین میں پیمائشی کام کا نقشہ ہے اس سے طلبا کے کام کی پڑتال کی جاتی ہے' اس میں مثلثائی کے نقاط وہ ہیں جو اس کتاب کے باب اول میں حل کیے گئے ہیں - تختی (۸) پر اس کام کے لیے جو گز درکار ہوتے ہیں وہ دکھائے گئے ہیں -

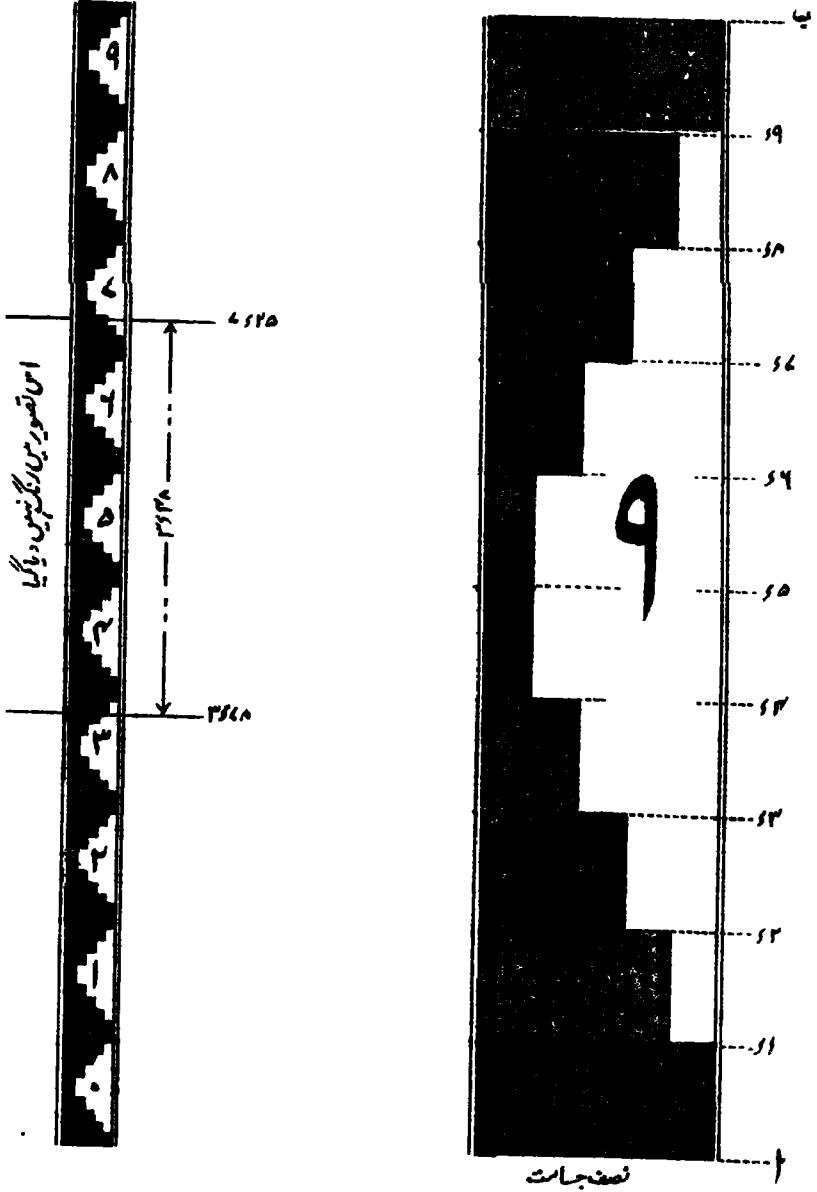
۴۲ - میلان و بُعد پیما لیول

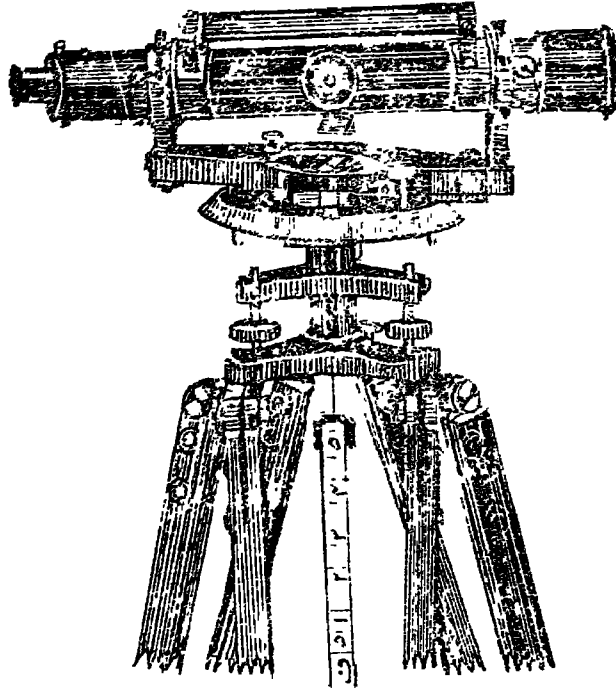
(۵۷) اس آلہ میں' جو سی - ایف - کسیلا[1] اور کمپنی لندن کا ساختہ ہے اور جو شکل ۵۷[2] میں دکھایا گیا ہے' نہایت دانشمندانہ ترکیب سے تمام ذرائع میلان پیمائی

---

[1] C. F. Casella and co, London.
[2] ۵۷ نمبر جواب

تختی ۸

گز کے نمونہ کو جو فاصلہ پیما تختہ مسطح کے لیے تجویز کیا گیا ہے
اعشاریہ کے پہلے مرتبہ تک پڑھنا چاہیے
اور دوسرے مرتبہ کے لیے
تخمینی اندازہ کرنا چاہیے۔

فاصلے ناپنے اور مقررہ مقدار میں فاصلے لگانے کے، اور لیول کے فرق معلوم کرنے کے سب یک جا کر دیے گئے ہیں۔

شکل ۱۱۰

یہ سب کے سب حد درجہ کی سادگی اور جلدی سے صرف ایک ہی مشاہدے میں عمل میں آ جاتے ہیں۔ بس میلان و بعد پیما لیول سے جریب یا فیتے کی ضرورت بالکل رفع ہو گئی ہے اور چونکہ عمل غیر معمولی صحت، تیز رفتاری اور آسانی سے کیے جاتے ہیں اس لیے کام کی بہت زیادہ مقدار ایک معین وقت میں بہ مقابلہ معمولی طریقوں کے جو سرویر اور سول انجینیر اختیار کرتے ہیں اس آلہ سے ختم کر دی جاتی ہے۔

اس آلہ سے طولی فاصلے خطوط مستقیم میں بمقابلہ جریب کے بہت زیادہ صحت کے ساتھ معلوم ہو جاتے ہیں۔ اور خوبی یہ ہے کہ ناہموار اور نشیب و فراز زمین کا کوئی لحاظ نہیں کرنا پڑتا اور نہ ندی نالے یا پانی کا جو مشاہدے کے مقام میں اور بعید شخص (Distant Object) میں حائل ہو کوئی خیال کرنا پڑتا ہے ۔

ایک بین فائدہ اس آلہ میں جو اس کو خاص طور پر میدان میں کام کے لئے دلفریب بنا دیتا ہے یہ ہے کہ کوئی حسابی عمل اس کے استعمال میں نہیں کرنا پڑتا۔ اس میں کوئی نازک خُرد کا پیمانہ پیچ، اس کی مخصوص خطاؤں، اور اس کے پیچیدہ حسابی عمل کے لئے نہیں ہوتا۔ کوئی حرکت پذیر کنندہ خطوط یا تار وغیرہ بھی نہیں ہیں جو جلدی سے ٹوٹ جایا کرتے ہیں اور اس طرح آلہ کو بے کار کر دیتے ہیں تا وقتیکہ اس کو پھر کاریگر کے پاس درستی کے لیے نہ بھیجا جائے۔ بلکہ اس سب کے مقابلہ میں ایک سادہ گردش سے یعنی آلہ کے محور پر جنبش سے اور دوربین میں مشاہدہ سے میلان، فاصلہ، یا لیول کا فرق، فوراً حاصل ہو جاتا ہے۔ (۵۸)

(۴۳) آلہ کا بیان ——— اُفقی صف دیا دائرہ پر جو آر کی ٹھیک

کے نیچے ہی ہے میلانوں کا سلسلہ دونوں اُتار اور چڑھاؤ کا، ۱ میں ۵۰۰ سے لے کر ۱ میں ۲ ۲ تک کندہ ہوتے ہیں ۔ نمایندہ کو صفر پر لگا کر دیکھو تو یہ ایک معمولی لیول ہے اور معمولی طریقے پر لیول کے کاموں میں استعمال ہو سکتا ہے ۔ تمام فاصلے جو اس آلہ سے حاصل ہوتے ہیں وہ سب اُفقی سمت دیا میں ہوتے ہیں خواہ وہ ڈھلانوں پر یا ہموار زمین پر ہی واقع ہوں۔

آلہ کو میلان کی ترتیب دینے کے لیے کسی ہموار زمین پر ایک فاصلہ ۲۰۰ یا ۳۰۰ فٹ کا ناپ لو اور آلہ کو صفر پر ثبت کرو اور ایک گز کو صحیح ناپی ہوئی زمین کے سرے پر کھڑا کر کے نشان پڑھ لو۔ نمایندہ کو میلانی درجہ بندی کے بموجب ۱۰۰ پر سرکاؤ اور پھر گز پڑھو ۔

اگر نتیجہ یکساں نہ ہو جتنے کہ خط کی لمبائی ظاہر کرتی ہے تو نمایندہ کو

قیمت کے بڑھانے یا گھٹانے کے لیے سرکایا جا سکتا ہے۔ نمایندہ جب
اس خاص خط پر ثبت ہو جائے تو پھر آلہ کے تمام مقروأت کے لیے
صحیح کام دیگا۔

مندرجۂ ذیل ڈھلانوں کے جوڑے ہیں جن کے استعمال
سے مقروأت کا فرق جو نمبر چوب پر ہو ۱۰۰ سے ضرب کھا کر اُفقی فاصلہ
آلے سے نمبر چوب کا بتا دیتا ہے :۔

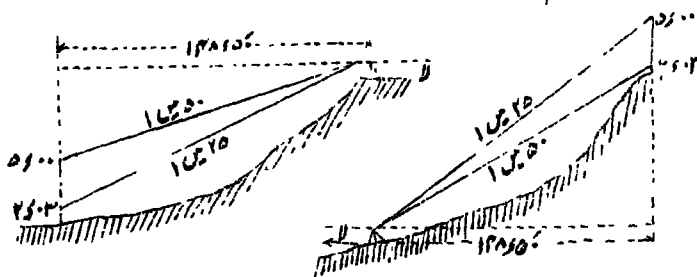
{۱۰۰ / ۵۰} {۶۶ ۲/۳ / ۴۰} {۶۰ / ۳۷ ۱/۲} {۵۰ / ۳۳ ۱/۳} {۳۳ / ۲۵} {۲۵ / ۲۰} {۲۰ / ۱۶ ۲/۳} {۱۲ ۱/۲ / ۱۱ ۱/۹} {۱۱ ۱/۹ / ۱۰}

یا علاوہ اس کے اگر ایک ڈھال اور اس کا نصف استعمال کیا جائے تو
نمبر چوب پر کا درمیانی فاصلہ پورا ڈھال کے ہندسوں سے جو استعمال
میں ہیں ضرب کھا کر وہی نتیجہ دیگا یعنی {۲۵/۵۰} میلان اگر استعمال
کیے گئے ہیں اور فاصلہ محاذی نمبر چوب پر = ۲٫۹۷ ہے تو اُفقی
فاصلہ = ۵۰ × ۲٫۹۷ = ۱۴۸٫۵۰ فٹ۔

ارتفاع کا فرق دوربین اور کسی خاص مقررہ نمبر چوب[1] کا جس کو اُفقی
تار کاٹتا ہے معلوم کرنے کے لیے صرف یہ کرنا پڑتا ہے کہ اُفقی طولی
فاصلہ کو میلان سے ضرب دیا جائے (میلان کو کسر کی صورت میں (۵۹)
استعمال کرنا چاہیے)۔

اس کی تشریح کے لیے آؤ ہم دو صورتیں خیال کریں۔ ایک

صورت دوم (چڑھاؤ) شکل ۱۲ صورت اول (اُتار)

۱۔ شمارز

چڑھائی کی اور دوسری "اتار" کی۔ اوپر کی مثال کو لے کر۔

صورت اول ـــ ۵ کے میلان سے فرض کرو کہ نمبر چوب پر ۵،۰۰ فٹ مقرودہ ہے اور ۲۵ کے میلان سے فرض کرو کہ نمبر چوب پر ۲،۰۳ فٹ ہے، تب افقی طولی فاصلہ (ا ط ف) = ۱۴۸،۵۰ اور نمبر چوب پر مقرودہ کا ارتفاع ۵،۰۰ فٹ دوربین سے نیچے = ۱۴۸،۵۰ × $\frac{1}{50}$ = ۲،۹۷ فٹ اس لیے سطح زمین جہاں نمبر چوب کھڑا ہے دوربین سے نیچے = ۲،۹۷ + ۵،۰۰ = ۷،۹۷ -

یا دوسری طرح مقرودہ کا ارتفاع ۲،۰۳ = ۱۴۸،۵۰ × $\frac{1}{25}$ = ۵،۹۴ دوربین سے نیچے، اس لیے سطح زمین یا نمبر چوب کے پیر = ۵،۹۴ + ۲،۰۳ = ۷،۹۷ دوربین سے نیچے ہوئے اور یہ اُس نتیجے کے مساوی ہے جو ۵۰ کے میلان نے دیا تھا۔

صورت دوئم ـــ ۲۵ کے میلان پر نمبر چوب کا ارتفاع ۵،۰۰ مقرودہ پر = ۱۴۸،۵۰ × $\frac{1}{25}$ = ۵،۹۴ فٹ دوربین کے محور کے اوپر اس لیے دوربین کے محور کے اوپر نمبر چوب کے نیچے کی زمین کا ارتفاع = ۵،۹۴ - ۵،۰۰ = ۰،۹۴ اور اسی طرح یہی ۵۰ کے ڈھال سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

مندرجۂ بالا سے ہم یہ قاعدہ حاصل کرتے ہیں :- اگر لا = دوربین کے ارتفاع (محور) کے جو مقامہ کی زمین کے اوپر ہے جہاں آلہ نصب ہے، اور ما = نمبر چوب پر کے مقرودہ کے، ظ = محورِ دوربین اور نمبر چوب کے مقرودہ کے درمیان ارتفاع کے فرق کے، تب

سطح زمین کا لول جو آلہ پر ہے ± لا - ما ± ظ (± ظ مطابق $\frac{\text{چڑھائی}}{\text{اتار}}$ کے ہونا چاہیے) جدید لیول نمبر چوب والی سطح زمین کا۔

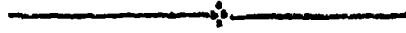
مثال ـــ فرض کرو آلہ کا زمینی لیول یا مقامہ کا نقطہ جس پر

لے یہ آسانی سے ایک نقاقول کے ذریعہ سے مع فیتے کے الحاق کے جو آلہ کے ساتھ مہیا کیا جاتا ہے معلوم کر لیا جاتا ہے۔

آلہ نصب ہے = ۱۰۰۰ آ اور فرض کرو لا = ۴٫۰۰ ہ

تب زمینی لیول نمبر چوب پیمانہ ۲۵ میلان کے ساتھ

صورت اول میں = ۱۰۰۰ آ + ۴٫۰۰ ہ − ۵٫۰۰ ہ − ۲٫۹۷ آ = ۹۹۶٫۰۳ آ

صورت دوئم میں = ۱۰۰۰ آ + ۴٫۰۰ ہ − ۵٫۰۰ ہ + ۴۴٫۹۴ ہ = ۱۰۴۳٫۹۴ آ

باب سوم

عملی علم ہیئت

دیباچہ ۔ کروی علم مثلث

تعریفیں ــــــ کرہ ایک مجسم ہے جس کا ہر ایک نقطہ ایک خاص نقطہ سے جو اس کے اندر واقع ہوتا ہے متساوی البعد ہوتا ہے۔ یہ نقطہ مرکز کہلاتا ہے۔

قطر ایک خط ہے جو کرہ کے مرکز سے گذرتا ہوا کھینچا جاتا ہے اور جس کے دونوں سرے کرہ کی سطح پر ختم ہوتے ہیں۔ نصف قطر وہ خط ہے جو مرکز سے سطح تک کھینچا جاتا ہے۔

کبیر دائرے وہ دائرے ہیں جن کی مستوی سطحیں کرہ کے مرکز میں سے گزرتی ہیں اور باقی سب خرد دائرے ہوتے ہیں۔

کبیر دائروں کے قطر کرہ کے قطر ہوتے ہیں اور خرد دائروں کے قطر کرہ کے قطر نہیں ہوتے۔

محور دائرہ وہ خط کہلاتا ہے جو کرہ کے مرکز میں سے گزرتا ہے اور کرہ کے ایک دائرہ کی سطح پر قائمہ میں ہوتا ہے۔ یہ خط کرہ کی سطح سے محدود ہوتا ہے اور اس کے دونوں سرے اس دائرے کے قطب کہلاتے ہیں۔

دو نقاط کا درمیانی فاصلہ کرہ کی سطح پر کبیر دائرے کی قوس کا وہ حصہ ہے جو دونوں نقاط کے درمیان سے گزرے اور ان دونوں کے درمیان واقع ہو۔ کروی زاویہ وہ زاویہ ہے جو کرہ کی سطح پر کبیر دائروں کی قوسوں سے جو اس نقطہ میں سے گذرتی ہیں بنتا ہے اور دونوں دائروں کی سطحوں کے میلان سے ناپا جاتا ہے۔

ایک کروی مثلث ایک مثلثی شکل ہے جو کرہ کی کروی سطح پر تین کبیر دائروں کی قوسوں سے جن میں سے ہر ایک نصف دائرہ سے کم ہو بنتی ہے۔ اس کے زاویے چونکہ ایسے زاویے ہوتے ہیں جو سطحوں سے محدود ہوتے ہیں یعنی ٹھوس زاویے ہوتے ہیں تو ثبوت کے لیے اس کو ٹھوس مثلث خیال کرنا چاہیے۔ علاوہ بریں ایک کروی مثلث کے اضلاع کبیر دائرے کی قوسیں ہوتے ہیں اور یہ ایک ہی کرہ کی قوسیں ہوتی ہیں ان کے طول ان کے مشتملہ درجوں کی تعداد کے متناسب ہوتے ہیں اور اس لیے یہ اضلاع درجوں، دقیقوں، ثانیوں کی تعداد سے حل کیے جاتے ہیں جو ان میں موجود ہوں یعنی مرکز پر محاذی ہوں) اور جو زاویہ کی ناپ میں ظاہر کیے جاتے ہیں۔

۴۵ - ضوابط ——— اوپر کی تعریفوں سے یہ سمجھ میں آجائیگا کہ کروی علم مثلث مثلثوں کی (کبیر دائروں کی قوسوں کی) نسبتوں کا حال بیان کرتا ہے اور مثلثوں کے زاویوں کی نسبتوں کا جب کہ زاویے تین یا زیادہ سطحوں کے درمیان ہوں اور سطحیں آپس میں ایک دوسرے سے میلان رکھتی ہوں اور ایک ہی نقطہ میں سے گذریں (یعنی مرکز میں سے) اور چونکہ علم مثلث مستوی ایک ہی مستوی کی شکل کے زاویوں اور مثلثوں سے تعلق رکھتا ہے اس لیے یہ کہا جا سکتا ہے کہ کروی علم مثلث کو مستوی علم مثلث سے وہی تعلق ہے جو ہندسہ مجسمات کو مستوی علم ہندسہ سے ہے۔

(۶۱)

کروی مثلث جس کا اس باب میں ذکر کیا جائیگا ایک کروی مثلث

س کا ارتفاع منظر میں صرف سَ دیا ہوا ہے جو دوسرے نقشے میں بھی سَ ہے جو س کے عین اوپر ہے

شکل ۱۰ تحتی عنا۱ میں فرض کرو ق سَ شَ نہ مجسم مثلث ہے اس کا رُخ ق شَ نہ افقی سطح پر رکھا ہوا ہے (اُفُ سطح پر)[1] اور یہ زمین کے مرکز کے ہم لیول ہے اور جس کے اضلاع ق شَ (سْ)، شَ سَ (قْ)، ق سَ (شْ) زاویئی پیمانوں میں دیے ہوئے ہیں۔ پہلی بات جو کی جاتی ہے وہ یہ ہے کہ مجسم مثلث کا انکشاف یعنی اس کو افقی سطح پر پھیلا دینا ہے۔ نہ کو مرکز مان کر اور نہ ق یا نہ شَ دونوں میں سے کسی ایک کو نصف قطر لے کر ایک قوس س۱ ق شَ س۲ کھینچو اور زاویے س۱ نہ ق، ق نہ شَ اور س۲ نہ شَ جو دیے ہوئے ہیں لگا لو۔ قطاع دائرہ نہ س۱ ق شَ س۲ اب مجسم مثلث نہ ق شَ سَ کے پھیلاؤ کو ظاہر کرتا ہے۔ س۱ اور س۲ جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے، ایسے نقاط ہیں جو سَ کے محل کو افقی سطح میں گھما کر لٹا دینے سے حاصل ہوتے ہیں اور دکھائی دیتے ہیں۔

(۶۲) فرض کرو س۱ اور س۲ کو پھر ق نہ اور نہ شَ کے قبضوں کے خطوط علی الترتیب مان کر گھمایا اب ہم کو خیال کرنا چاہیے کہ کیا بات پیدا ہوتی ہے۔ نقاط س۱ اور س۲ کے سطحی نقشے س۱ ا سَ کے اور س۲ ب سَ کے راستوں پر ترتیب وار ہونگے اور یہ اپنے قبضوں کے خطوط پر قائمہ میں ہونگے یعنی س۱ ا سَ خط ق نہ پر قائمہ میں ہوگا اور س۲ ب سَ خط شَ نہ پر قائمہ میں ہوگا۔ اور اس شکل کو دوبارہ بنانے کے لیے جب کہ مندرجۂ بالا پھیلاؤ کا طریقہ اختیار کیا جائے یہ ہوگا کہ س۱ سَ اور س۲ سَ کو ق نہ اور شَ نہ کے علی الترتیب قائمہ میں کھینچا جائے اور نقطۂ تقاطع سَ جو س کا ارتفاعی نقطہ (elevation) سطحی نقشہ میں ہے؛ س۱ اور س۲ کا ارتفاعی نقشہ ہو جائیگا جب کہ وہ بالکل ٹھیک س کے اوپر ہوں۔ اس کو زیادہ اچھی طرح سمجھنے کے لیے ق س۱ اور س۱ نہ کے اوپر کاغذ کو کاٹ لو اور

[1] اُفُ افق کا مخفف

ق نر کے اوپر اس کو موڑ دو اور اسی طرح ش س کے ساتھ ساتھ اور س ۲ نر کے کاغذ کو کاٹ لو اور ش نر کے خط پر موڑ دو اور ان دونوں کو طے کر کے جوڑ دو تاکہ س ۱ اور س ۲ منطبق ہو جائیں۔ اور چونکہ نر س ۱ اور نر س ۲ ایک ہی دائرہ کے نصف قطر ہیں اس لیے نر س ۱ نر س ۲ پر منطبق ہو جائیگا اور نر س ہو جائیگا یعنی دو سطحوں کا خطِ تقاطع ہو جائیگا۔

اس کے بعد کاغذ کے نمونہ کو ایک مجسم خیال کر لو اور ایک انتصابی سطح نر ش سے نر س پر ڈالو۔ جو شکل اب ہم کو حاصل ہوگی جب کہ ہم دائیں طرف سے اس کی سیدھ میں دیکھیں وہ وہ ہوگی جو شکل ملحقی (۱۰) کے بائیں طرف دکھائی گئی ہے۔ یعنی ہم کو یکطرفہ ارتفاعی نقشہ انتصابی سطح کا حاصل ہو گیا۔ اس شکل کو بنانے کے لیے ایک خط ی لا متوازی نر س کے کھینچو اور نر نر کو لا ی کے زاویہ قائمہ میں کھینچو اور نر کو مرکز بنا کر ایک قوس جس کا نصف قطر نر س ۲ نر ق یا نر ش کے مساوی ہو کھینچو۔ یہ قوس کرہ کے ایک حصہ کا یک رخی ارتفاعی نقشہ ہے۔ س (یا س) میں سے س س س متوازی نر ش کے کھینچو اور جس جگہ یہ قوس کو کاٹے یعنی س پر یہ نقطہ س کا ارتفاعی نقشہ ہوگا اور س کے ارتفاع س کو ظاہر کریگا۔ نر س کو ملا دو اور یہ سطح نر س ق اور سطح نر س ش کے خطِ تقاطع کی ارتفاعی حالت کو تعبیر کریگا۔

ہم نے اب س کے اوپر س کا ارتفاع معلوم کر لیا ہے یعنی س کا ارتفاع خط لا ی پر۔

ہندسہ مجسمات کے قاعدوں میں سے ایک یہ قاعدہ ہے کہ اگر ایک سطح دو سطح کے خطِ تقاطع کے زاویہ قائمہ میں سے گزاری جائے تو یہ معاون سطح ان دونوں سطحوں کا درمیانی زاویہ اپنے اوپر بنالیگی۔ قبضہ کا خط ق نر دو سطحوں ق ش نر اور ق س نر کا خطِ تقاطع ہے اور قبضہ کا خط ش نر دو سطحوں ق ش نر اور ش س نر کا

خطِ تقاطع ہے۔ اگر ہم اپنے کاغذ کے نمونہ کی طرف دیکھیں اور ایک سطح کو خط س ا س کے درمیان سے گزرتا ہوا تصور کریں جو خط ق نر سے قائمہ میں ہے اور سطح ق نر ش اور سطح ق نر س کا خطِ تقاطع ہے۔ اور اگر ہم تمام غیر ضروری حصے کو جو اس سطح س ا س میں ہو کاٹ دیں تو ہمارے پاس ایک مثلث رہ جاتا ہے جو سطح ق نر ش اور ق نر س سطح کے درمیان ٹھیک بیٹھ جاتا ہے۔ اس کا ایک زاویہ مجہ زاویہ مطلوبہ یعنی ق کو ظاہر کریگا۔

ایسا مثلث اس طرح بنایا جا سکتا ہے :-

چونکہ تین اضلاع معلوم ہیں یعنی ا س، ا س اور س س ارتفاع مساوی س س کے، اور زاویہ س پر قائمہ ہے اس لیے کہ س ٹھیک س کے اوپر ہے اس لیے اب ایک ایسا مثلث بناؤ اور یہ ا س س ہوا اور اسی طرح ب س س۔ زاویہ س ا س زاویہ ق کے برابر ہوگا جو سطح ق ش نر اور سطح ق س نر کے درمیان ہے اور زاویہ س ب س زاویہ درمیانی ق ش نر اور ش س نر سطوح کے یعنی ش کے مساوی ہوگا۔ (۶۳)

کاغذ کو خطوط ا س، س س، ب س اور س س کے ساتھ ساتھ کاٹ لو اور ا س اور ب س کو قبضوں کے خطوط مان کر مثلثوں کو گردش دو تاکہ وہ اپنے اصلی محل پر آجائیں۔ اب یہ معلوم ہو جائیگا کہ س س س اور س ایک دوسرے پر منطبق ہو جائینگے اور وہ سب جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے س کا ارتفاعی محل س ہیں۔

اس کے بعد تیسرا زاویہ معلوم کرنے کے لیے یعنی زاویہ س جو درمیان ق س نر اور ش س نر کی سطحوں کے ہے اور جن سطحوں کا تقاطع خط نر س پر ہے۔

اُس قاعدہ کی رُو سے جو اُوپر دیا گیا ہے ہم اِس زاویہ کو نر س میں سے قائمہ میں ایک معاون سطح گزار کر معلوم کر سکتے ہیں۔ فرض کرو

یہ سطح خط نر سَ کو سَ پر کاٹتی ہے اور ایسی سطح کا ارتفاع سَ جَ ہوگا جو
نر سَ سے قائمہ میں کھینچا ہوا ہے اور نر سَ خطِ تقاطع کی ارتفاعی ترسیم ہے
جَ کی نر ا اور نر ب پر تظلیل کرو جو نر ا اور نر ب سے ج اور د پر
بالترتیب ان کو بڑھانے کے بعد ملے۔ تب ج د اس سطح کے تقاطع کو
کرہ کے مرکز کے لیول پر ظاہر کریگا، علاوہ ازیں ج د ایک قبضہ کا خط
بن جائیگا اور ج اور د زاویہ مطلوبہ کے پیر ہونگے۔ اس کی حقیقی شکل یا
قیمت معلوم کرنے کے لیے یہ ضروری ہے کہ اس کو افقی سطح کے اوپر
گردش دے دی جائے۔ اس لیے جَ کو مرکز مان کر اور نصف قطر جَ سَ
سے ایک دائرہ جو خط لا ی کو سَ یا سَ پر کاٹے بنالو۔ سَ یا سَ
کو خطِ تقاطع نر س پر یا نر س کو بڑھا کر تظلیل کرلو اور ج س
د س اور ج س اور نر س کو بھی ملا دو۔ اور ج س د اور ج س د
زاویے دونوں میں سے ہر ایک زاویۂ مجسم س کے برابر ہونگے۔

یہ زاویہ ایک اور طریقہ سے بھی معلوم ہوسکتا ہے اور اس کی
ساخت کا ثبوت یہ ہے۔ س اور س میں سے دو خطِ مماس
خط نر س اور نر س دونوں میں سے قائمہ بالترتیب کھینچو۔ یہ مماس
نر ق اور نر ش کو بڑھا کر ج اور د سے بالترتیب ملینگے۔ ج کو
مرکز مان کر اور ج س کے نصف قطر سے (اس لیے کہ ج س خط
ج س کی حقیقی لمبائی ہے) ایک قوس، اور د کو مرکز مان کر اور د س
کے نصف قطر سے ایک قوس کھینچو۔ یہ قوس س اور س پر تقاطع کریگی۔

اب منظری ہیئت (شکل ۲) کو لو۔ یہاں بھی ہم کو ایک مجسم مثلث
ق ش سَ نر ملتا ہے جو سطح ق ش نر پر رکھا ہوا ہے۔ سَ
سے ایک عمود س پر افقی سطح پر ڈالو یعنی سطح ق ش نر پر اس طور
سے کہ س نقطہ سَ کا سطحی نقشہ بن جائے۔ س سے س ب اور
س ا عمود نر ق اور نر ش پر بالترتیب کھینچو۔

نوٹ۔ مندرجۂ بالا مسئلہ عملی اور نمونہ میں ا س س اور

ب س، س مثلثوں کا مقابلہ کرو اور یہ سَ س ب اور نَس س ا کے متشابہ ہونگے ۔

بروئے ساخت (نہ سَ)² = (س سَ)² + (نہ س)²

= (اسَ)² − (اس)² + (اس)² + (انہ)²

= (اسَ)² + (انہ)²

یعنی زاویہ سَ انہ زاویہ قائمہ ہے اور زاویہ س انہ بروئے ساخت زاویہ قائمہ ہے اور اس لیے زاویہ سَ اس وہ زاویہ ہے جو ق شَ نہ اور سَ ق نہ کی سطوح کے درمیان ہے اور زاویہ ق ہے ۔

اسی طرح زاویہ سَ ب س وہ زاویہ ہے جو سطح ق شَ نہ اور سَ شَ نہ کے درمیان ہے اور زاویہ شَ ہے ۔

(۶۴) ۵۵ ۔ اسی طرح ان دونوں شکلوں میں

$$\frac{\text{جب ق}}{\text{جب س}} = \frac{\frac{\text{س سَ}}{\text{ا سَ}}}{\frac{\text{س سَ}}{\text{ب سَ}}} = \frac{\text{ب سَ}}{\text{ا سَ}} = \frac{\frac{\text{ب سَ}}{\text{نہ سَ}}}{\frac{\text{ا سَ}}{\text{نہ سَ}}} = \frac{\text{جب قً}}{\text{جب شً}}$$

$$\text{اور اسی طرح}\quad \frac{\text{جب ق}}{\text{جب س}} = \frac{\text{جب قً}}{\text{جب سً}}$$

اور اس لیے جب ق : جب شَ : جب س :: جب قً : جب شً : جب سً ....(۱)

اور اس سے ہم یہ قاعدہ اخذ کرتے ہیں کہ ایک کروی مثلث میں زاویوں کے جیب اضلاع متقابل کے جیبوں کے متناسب ہوتے ہیں ۔

۵۶ ۔ تین اضلاع معلوم ہیں زاویوں کی قیمت دریافت کرو ۔

س ک کو متوازی ب نہ کے اور ا ل کو متوازی ب س کے کھینچو ۔ اور فرض کرو س ک نقطہ ک پر ا ل کو قطع کرتا ہے ۔

تب اس لیے کہ ا ل متوازی ہے س ب کا اور س ک متوازی ہے

ب ل کے زاویہ س ب ل = زاویہ ا ل ن = ۹۰ درجہ اور اس لیے
زاویہ ا ن ل + زاویہ ل ا ن = ۹۰ درجہ
لیکن زاویہ س ا ن = ۹۰° بروئے ساخت
∴ زاویہ ل ا ن + سْ = زاویہ ل ا ن + زاویہ س ا ک
اس لیے سْ = زاویہ س ا ک

اب جم قْ = (ن ب)/(ن سَ) = (ن ل)/(ن سَ) + (ل ب)/(ن سَ)

= (ن ل)/(ن ا) × (ن ا)/(ن سَ) + (س ک)/(ا س) × (ا س)/(ا سَ) × (ا سَ)/(ن سَ)

= جم سْ جم شْ + جب سْ × جم ق جب شْ

∴ جم ق = (جم قْ - جم شْ × جم سْ)/(جب شْ × جب سْ)

اور اسی طرح جم ش = (جم شْ - جم قْ × جم شْ)/(جب قْ × جب سْ) ....(۲)

اور جم س = (جم سْ - جم قْ × جم شْ)/(جب قْ × جب شْ)

۵۷ - دو اضلاع اور درمیانی زاویہ یا دو زاویے اور درمیانی ضلع دیے ہوئے ہیں باقی تفاعل معلوم کرو۔

اس کے ثابت کرنے کے لیے کہ مم ش × جب ق = مم شْ × جب سْ - جم ق × جب سْ

مم ش × جب ق = (ب س)/(س سَ) × (س سَ)/(ا سَ)

= (ب س)/(ا سَ)

$$= \frac{\text{ال}}{\text{اسَ}} - \frac{\text{اک}}{\text{اسَ}}$$

$$= \frac{\text{ال}}{\text{ار}} \times \frac{\text{ار}}{\text{اسَ}} - \frac{\text{اک}}{\text{اس}} \times \frac{\text{اس}}{\text{اسَ}}$$

= جب سْ مم شْ - جم سْ جم ق

اسی طرح مم ق × جب ش = مم قْ جب سْ - جم شْ جم سْ ... (۳)

اور مم ق جب س = مم قْ جب شْ - جم س جم شْ

وغیرہ

(۵۸) ـــ اگر تین زاویے دیے ہوئے ہوں تو یہ ثابت ہو سکتا ہے کہ (۶۵)

$$\text{جم قْ} = \frac{\text{جم ق + جم ش × جم س}}{\text{جب ش × جب س}}$$

$$\text{جم سْ} = \frac{\text{جم س + جم ش × جم ق}}{\text{جب ش × جب ق}} \quad \ldots\ldots (۴)$$

$$\text{جم شْ} = \frac{\text{جم ش + جم ق × جم شْ}}{\text{جب ق × جب س}}$$

۵۹ ـــ مندرجۂ بالا ضوابط سوائے ۳ کے لوکارثمی عمل کے لیے موزوں نہیں ہیں لیکن تبدیل کرنے سے اس عمل کے لیے موزوں کیے جا سکتے ہیں۔

$$\text{ضابطہ (۲) میں جم ق} = \frac{\text{جم قْ - جم شْ × جم سْ}}{\text{جب شْ × جب سْ}}$$

$$\therefore \; ۱ - \text{جم ق} = ۱ - \frac{\text{جم قْ - جم شْ × جم سْ}}{\text{جب شْ × جب سْ}}$$

$$= \frac{\text{جب شْ جب سْ + جم شْ جم سْ - جم قْ}}{\text{جب شْ × جب سْ}}$$

$$= \frac{\text{جم}(\text{ش} - \text{س}) - \text{جم ق}}{\text{جب ش} \times \text{جب س}}$$

$$= \frac{\text{۲جب}\frac{(\text{ش} - \text{س} + \text{ق})}{۲}\text{جب}\frac{(\text{ق} - \text{ش} + \text{س})}{۲}}{\text{جب ش} \times \text{جب س}}$$

اب $\text{ص} = \frac{\text{ش} + \text{ق} + \text{س}}{۲}$ اور $۱ - \text{جم ق} = ۲\,\text{جب}^۲\frac{\text{ق}}{۲}$ رکھو

تب $۲\,\text{جب}^۲\frac{\text{ق}}{۲} = \frac{۲\,\text{جب}(\text{ص} - \text{س}) \times \text{جب}(\text{ص} - \text{ش})}{\text{جب ش} \times \text{جب س}}$

یا $\text{جب}^۲\frac{\text{ق}}{۲} = \frac{\text{جب}(\text{ص} - \text{س}) \times \text{جب}(\text{ص} - \text{ش})}{\text{جب ش جب س}}$

اور اسی طرح $\text{جم}^۲\frac{\text{ق}}{۲} = \frac{\text{جب ص} \times \text{جب}(\text{ص} - \text{ق})}{\text{جب ش} \times \text{جب س}}$

$$\therefore \text{مس}^۲\frac{\text{ق}}{۲} = \frac{\text{جب}(\text{ص} - \text{س}) \times \text{جب}(\text{ص} - \text{ش})}{\text{جب ص} \times \text{جب}(\text{ص} - \text{ق})} \quad \ldots (۵)$$

اور اسی طرح $\text{مس}^۲\frac{\text{س}}{۲} = \frac{\text{جب}(\text{ص} - \text{ق}) \times \text{جب}(\text{ص} - \text{ش})}{\text{جب ص} \times \text{جب}(\text{ص} - \text{س})} \quad \ldots (۶)$

(۴۰) زاویہ ق قطب پر چونکہ زاویۂ ساعت ایک فلکی جرم کا ہے اس لیے ضابطہ (۵) وقت کے حسابی عمل کے لیے کام میں آتا ہے، اور چونکہ زاویہ ش سمت الراس پر السمت کا زاویہ کسی جرم فلکی کا ہے اس لیے ضابطہ (۶) السمت کے حل کے لیے کام میں آتا ہے۔

چار عام مساواتیں جو ضابطہ (۱) سے (۴) تک قائم کی گئی ہیں مثلثات زاویۂ قائمہ کے حل کے لیے کافی ہیں اور ان کا عملی کام یہ ہے کہ جب کسی گرد قطبی ستارے کی طرف کو جب کہ وہ پورا اپنے

ابتعاد پر ہو کوئی مشاہدہ کیا گیا ہو یا جب ستارہ پر کا زاویہ یعنی زاویہ ش جس کو اختلاف منظری زاویہ کہتے ہیں ۹۰ درجہ ہو۔

ضابطہ (۱) میں فرض کرو ش = ۹۰ درجہ اس لیے جب ش = ۱

تب جب ق = $\frac{\text{جب قْ}}{\text{جب شْ}}$ یعنی جب قْ = جب شْ جب قْ .....(۷)

اور جب س = $\frac{\text{جب سْ}}{\text{جب شْ}}$ یا جب سْ = جب شْ × جب س ... (۸)

ضابطہ ۲ میں فرض کرو ش = ۹۰ اور اس لیے جم ش = ۰

ؕ جم شْ = جم قْ × جم سْ .... (۹) (۶۶)

ضابطہ تین میں ان ہی وجوہ سے:۔

جم ق = مم قْ × جب سْ .... (۱۰)

مس قْ = مس ق × جب سْ .... (۱۱)

مس سْ = مس س × جب قْ .... (۱۲)

مس سْ = جم ق × مس شْ .... (۱۳)

مس قْ = جم س × مس شْ .... (۱۴)

ضابطہ (۴) میں ان ہی وجوہ سے ۔

جم قْ جب س = جم ق .... (۱۵)

جم سْ جب ق = جم س .... (۱۶)

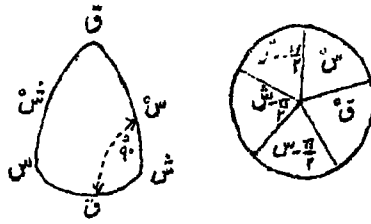
۹۱۔ ضوابط (۷) تا (۱۶) کی نمبر شماری اُن دائری حصص کے ذریعے سے جو نیپیر کے قواعد (Napier's rules) سے ہوتی ہے بہترین صورت میں اس طرح کی جاتی ہے:۔

اگر زاویہ قائمہ کو نظر انداز کر دیا جائے تو پھر ۵ حصے باقی رہ جاتے ہیں اور یہ دو ضلع زاویہ قائمہ بناتے ہیں۔ زاویہ قائمہ کے مقابل کے ضلع کا متمم اور دو زاویوں کے متمم۔

یہ پانچوں دائری حصص اُسی ترتیب سے تحریر میں آتے ہیں

جس ترتیب سے کہ وہ ایک مثلث میں واقع ہیں - یعنی $\frac{\pi}{2}$ - ق، $\frac{\pi}{2}$ - ش، $\frac{\pi}{2}$ - س، اور قْ اس لیے کہ شْ زاویہ قائمہ ہے - ان میں سے کوئی سے تین حصّے لے لیے جاتے ہیں اور ان میں سے ایک کو اس طرح منتخب کر لیا جاتا ہے کہ دوسرے دو یا تو متصل ہوں یا مقابل ہوں -

جو نقشے دیے گئے ہیں اُن سے ظاہر ہے کہ یہ حصص کس طرح لکھے جاتے ہیں (شکل ۱۳ے) -

شکل ۱۳ے

منتخب شدہ حصہ کو وسطی حصہ کہتے ہیں اور نیپیئر کے قواعد حسبِ ذیل ہیں :-

(۱) جیب، وسطی حصہ کا مساوی ہے متصل حصوں کے مماسوں کے حاصل ضرب کے -

(۲) جیب، وسطی حصہ کا مساوی ہے مقابل حصوں کے جموں کے حاصل ضرب کے -

مثال قاعدہ اول کی رو سے -

جب قْ = مس ($\frac{\pi}{2}$ - س) × مس سْ = مم س × مس سْ [مقابلہ کرو (۱۲) مندرجۂ بالا کو] -

حسب قاعدہ ۲ -

جب قٔ = جم ($\frac{\pi}{2}$ - ق) جم ($\frac{\pi}{2}$ - شٔ) = جب ق جب شٔ

[مقابلہ کرو (۷) مندرجہ بالا کو] وغیرہ، وغیرہ۔

تختی ۹

اس کو شناخت کرنی چاہیے وہ قطب تارا ہے یعنی دُبّ اصغر (دیکھو فقرہ ۶۷ السمت پر)۔ یہ ستارہ قطب شمالی کے بہت قریب ہے اور رفتہ رفتہ اس کے قریب آتا جاتا ہے۔ یہ تقریباً ۱° دور ہوتا ہے یعنی اس کا شمالی قطبی فاصلہ (ش، ق، ف) ۱° ہے۔

اظہار ثبوت کے لیے مشاہد کو قطب تارے کو زمین کے محور کے قطبین میں ایک قطب خیال کر لینا چاہیے (ق ق تختی ع۹)، یعنی دو نقاط ہیں جو کرۂ فلکی میں محورِ زمین کو سیدھ میں بڑھانے سے واقع ہوں۔

نقطۂ سمت الراس وہ نقطہ ہے جو مشاہد کے عین سر پر واقع ہے اور اس کے مقابل میں سمت القدم (Nadir) ہوتا ہے (ان کو نقشہ میں س اور سا سے ظاہر کیا ہے)۔ ہمارے پاس اب قطبین، نقطہ سمت الراس اور سمت القدم ہیں۔

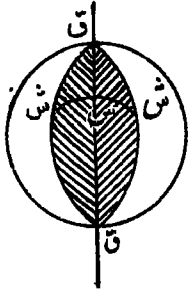
سماوی استوا دائرۂ کبیر کی وہ سطح جو قطبین یعنی محورِ زمین سے قائمہ میں ہے اور زمین کے مرکز میں سے گزرتا ہے اور ص ص سے ظاہر کیا گیا ہے اور اسی وجہ سے زمین کے استوا سے منطبق ہو جاتا ہے۔ سمت الراس اور سمت القدم س اور سا کی سطح کے قائمہ کی سطح سماوی افق ح ح ہوتی ہے جو مرکز زمین ض میں سے گذرتی ہے لیکن اس وجہ سے کہ زمین بہت پست میں بیشتر صورتوں میں ایک نقطہ خیال کر لیا جاتا ہے سماوی سطح افق کو افق کہتے ہیں۔

کبیر دائرے جو قطبین ق ق میں سے بنائے جاتے ہیں وہ سماوی سطح استوا ص ص کو قائمہ میں کاٹتے ہیں اور وہ میلی دائرے کہلاتے ہیں۔ یعنی ق ش ق۔

کبیر دائرے جو سمت الراس اور سمت القدم س اور سا میں سے گزرتے ہیں وہ سماوی افق کو قائمہ میں کاٹینگے اور ان کو انتصابی دائرے کہتے ہیں یعنی س ش سا۔

دائرۂ کبیر جو س ق ر میں سے گزرتا ہے وہی صرف ایک ایسا دائرہ ہو سکتا ہے کہ جس میں ایک انتصابی دائرہ اور ایک میلی دائرہ منطبق ہو جاتے ہیں : اور اس کو نصف النہار ا ق س ص ا کہتے ہیں۔ مشاہد کا نصف النہار اس لیے ایک دائرۂ کبیر ہوتا ہے جو سمت الراس اور قطبین میں سے گزرتا ہے اور یہ دائرہ، افق کو شمالی اور جنوبی نقاط میں کاٹتا ہے اور ایک کبیر دائرہ جو مشاہد کے سمت الراس میں سے گزرتا ہے اور اُس کے نصف النہار کے قائمہ میں ہو اول السموت ص ک س کہلاتا ہے ۔ یہ اول السموت اُفق کو مشاہد کے مشرق اور مغرب کے نقاط ک اور کَ میں کاٹتا ہے ۔ (۶۹)

ہم اب ایک شخص ش کی حرکت پر جو وہ اپنے مدار پرق کے گرد کرتا ہے (جیسا کہ نقطہ دار خطوط سے ظاہر ہے) غور کرتے ہیں۔ میلی دائرہ شخص میں سے ق ش ق ہے اور ستارہ کا سماوی میل ش ک ہے اس خاص حالت میں شمالی میل ہے، اس طور سے ہم سماوی میل کی تعریف میں یہ کہہ سکتے ہیں کہ یہ ایک ایسے میلی دائرہ کی قوس کا حصہ ہے جو شخص میں گزرتا ہے اور جو شخص اور سماوی استوا کے درمیان واقع ہے، اس کو عام طور سے (δ) ڈ کہتے ہیں۔ اگر شخص سماوی استوا کے شمال میں ہے تو اس کو یہ کہا جاتا ہے کہ یہ شمالی میل رکھتا ہے، اور اگر جنوبی تو ج میل [(Declination (S)] - اس میل کا متمم شمالی قطبی فاصلہ ہوتا ہے اور عام طور سے اس کو ش ق ف لکھا جاتا ہے - یعنی ۹۰ - δ = ق ش یعنی ش ق = پ ن اس صورت میں کہ میل شمال میں ہے اور یہ ۹۰ + δ ہوگا اگر ستارہ کا میل جنوبی ہے۔

سورج، چاند، سیاروں اور ستاروں کی ایک خاص تعداد کے میل بحری جنتری ب ج (N.A.) میں دیے ہوئے ہوتے ہیں اور وہاں سے حاصل کیے جاتے ہیں۔

ایک شخص کا ساعتی زاویہ وہ
زاویہ ہے جو مقامی نصف النہار کی سطح اور
شخص کے مَیلی دائرہ کے درمیان ہوتا ہے۔
اور سماوی استوا کی قوس کا وہ حصہ ہے
جو نصف النہار اور مَیل کے دائرہ کے
درمیان واقع ہوتا ہے، شکل ۱۲۱ میں
زاویہ س ق ش ہے یعنی زاویہ ق۔

اس کی ناپ گھنٹوں، دقیقوں
اور ثانیوں میں یا درجوں، دقیقوں
اور ثانیوں میں دی ہوئی ہوتی ہے اور زاویۂ ساعت کے نصف النہار
سے مغ یا مش ہونے کے لحاظ سے اس کی سمت مغ یا مش ہوتی ہے۔

اب یہ ظاہر ہوگا کہ چونکہ شخص متحرک ہے اس لیے اگر یہ مشرق
میں ہے تو طلوع ہو رہا ہے اور زاویۂ ساعت کم ہو رہا ہے، اور جب
یہ مغرب میں ہے تو یہ غروب ہو رہا ہے اور زاویۂ ساعت بڑھ رہا ہے۔
جب شخص نصف النہار پر پہنچتا ہے (مروری حالت میں ہوتا ہے) تو اس کا
زاویہ صفر ہو جاتا ہے یعنی یہ زائل ہو جاتا ہے۔ علاوہ بریں اگر زاویۂ ساعت
کی قیمت کسی خاص لمحہ پر کی دی ہوئی ہے اور ساتھ ہی مَیل بھی
دیا ہُوا ہو تو شخص کا محل معلوم ہو جاتا ہے اور یہ سماوی محددوں کا
ایک نظام ہے یعنی ساعتی زاویہ اور مَیل کا ایک نظام۔

کسی ستارہ کا مَیل بہت آہستگی سے تبدیل ہوتا ہے اور مشکل
سے محسوس ہوتا ہے سوائے ہر پانچویں دن کے یا اُس کے قریب۔
لیکن سورج، چاند اور سیّاروں کے مَیل میں تبدیلی تھوڑے تھوڑے
وقفوں کے بعد معلوم ہوتی رہتی ہے۔ بحری جنتری دیکھنے سے اس کا
مفصل حال معلوم ہو جائیگا۔

اب پھر شخص کو مشرق میں رکھ کر دیکھیں تو یہ بحالت طلوع ہوگا (۷۰)

اور اس لیے اُس کا ارتفاع یعنی اُفق سے فاصلہ زیادتی پر ہو رہا ہے یعنی اس کا سمت الراس سے فاصلہ گھٹ رہا ہے حتّٰی کہ یہ نصف النہار پر سے گذر جاتا ہے اور پھر اس کا ارتفاع گھٹتا جاتا ہے اور اس کا راسی فاصلہ بڑھتا جاتا ہے جتنا کہ یہ مغرب میں غروب ہوتا جاتا ہے۔ ارتفاع کی تعریف یہ کی جا سکتی ہے کہ ارتفاع ایک حصہ انتصابی دائرہ کی قوس کا ہے جو شخص اور سماوی اُفق کے درمیان واقع ہے، اس کو ش ل سے ظاہر کیا گیا ہے۔ اور اس کا متمم س ش ہے یعنی راسی فاصلہ = ۹۰° ۔ ش ل ۔

اُسی بنا پر یہ بات بھی ہے کہ جس طرح زاویۂ ساعت ق پر گھٹتا ہے زاویہ ش س ق یعنی زاویہ س بھی گھٹتا ہے یہاں تک کہ شخص نصف النہار پر پہنچ جاتا ہے اور اس کے بعد بڑھنا شروع ہوتا ہے جوں جوں شخص غروب ہوتا جاتا ہے۔ یہ زاویہ جو کسی جگہ کے نصف النہار کے مستوی اور انتصابی دائرہ کے مستوی کے درمیان واقع ہو زاویۃ السمت یعنی س کہلاتا ہے اور اس زاویہ کو بھی اسی طرح ناپا جاتا ہے جیسے کہ ا اُفق کے حصے کو، جو اُس انتصابی دائرے کے جو شخص میں سے گذرتا ہے اور مقامی نصف النہار کے درمیان واقع ہے جو ل ا سے نقشہ پر ظاہر کیا گیا ہے یہ درجوں، دقیقوں اور ثانیوں میں ناپا جاتا ہے۔

اگر السمتی زاویہ اور شخص کے ارتفاع معلوم ہیں تو پھر شخص کا محل اُس خاص آن کے لیے معلوم ہو جاتا ہے اور یہ سماوی محدّدوں کا ایک دوسرا نظام ہے۔

جب شخص نصف النہار پر پہنچتا ہے تو یہ کہا جاتا ہے کہ اب کمال اَوج پر ہے اور چونکہ یہ ایک روز کوکبی میں دو دفعہ عروج پر ہوتا ہے، ایک دفعہ ہمارے سروں کے اوپر جس کو بالائی اوج کہا جاتا ہے (بیشتر مروری اَوج) اور اُس وقت سابقہ وجوہ کی بنا پر اس کا

زاویۂ ساعت اور زاویۂ السّمت صفر ہو جاتے ہیں، اور دوسری دفعہ
زیرین اَوج پر یعنی جب یہ اُس نصف النہار پر پہنچتا ہے جو ہمارے
پیروں کے نیچے ہے اُس وقت السمتی زاویہ صفر ہوتا ہے اور اُس کا
زاویۂ ساعت ۱۸۰° ہوتا ہے یا ۱۲ بجے روز کواکب کے حساب سے۔
ایک جرم فلکی کی سمت وہ زاویہ ہے جو افق پر اُس انتصابی
دائرہ کے جو شخص میں سے گزرتا ہے اور مش اور مغ نقاط کے درمیان
ناپا جائے۔
کسی جگہ کا عرض بلد (ل) اس جگہ پر کے عمود یعنی شاقول کا
سطح استوا سے میلان ہے اور یہ نصف النہار پر ناپا جاتا ہے اور شکل
میں س ص ہے یعنی وہ زاویہ جو سطح ص ک ض اور سطح
س ک م کے درمیان موجود ہے۔
اب ص ق = ۹۰° اور نیز س ا = ۹۰° ہے ∴ س س = ق ا
یعنی بلند قطب کا ارتفاع اُس مقام کا عرض بلد ہے۔ اور س ق اس کا
متمم اس مقام کا عرض التمام ہے یعنی ش کروی مثلث س ق ش پر
لہٰذا جب کہ عرض بلد (ل) کسی جگہ کا معلوم ہے اور جو کسی نقشہ پر
سے دریافت کیا جا سکتا ہے اور جس کے معلوم کرنے میں السّمت
اور وقت کے حل کرنے کے نتائج میں ۱ سے ۲ تک کی صحت
کے فرق کا خیال کرنے کی ضرورت نہیں۔ اور چونکہ میل بشکل حرف
(ة) اور اس لیے ش ق ف بحری جنتری ب ج میں معلوم
کیا جا سکتا ہے، اور ہم اگر ش ل کو مشاہدہ کر لیں تو ہم کو کروی مثلث
کے تینوں ضلعے معلوم ہو جاتے ہیں اس لیے کہ س ق یا ش عرض التمام
ہے اور س ش یا ق متمم ارتفاع اور ق ش یعنی ش ش ق ف
ہے اور اسی طرح ضابطوں کی رو سے

$$\text{س}^2\ \frac{\text{ق}}{۲} = \frac{\text{جب}\ (\text{ص} - \text{س})\times \text{جب}\ (\text{ص} - \text{ش})}{\text{جب}\ \text{ص} \times \text{جب}\ (\text{ص} - \text{ق})} \quad \ldots(۵) \quad (۴۱)$$

اور $$\text{مس}^{2}\,\frac{\text{س}}{2}=\frac{\text{جب}(\text{صْ}-\text{قْ})\times\text{جب}(\text{صْ}-\text{شْ})}{\text{جب صْ}\times\text{جب}(\text{صْ}-\text{سْ})}\quad.....(6)$$

یعنی زاویۂ ساعت ق اور زاویہ السمت س حل کیے جا سکتے ہیں۔

اگر ایک شخص ش کا ش ق ف یعنی سْ کم ق ا سے ہے تو پھر بظاہر معلوم ہو جائیگا کہ یہ ہمیشہ اا افق سے اُوپر گردش کریگا اور شخص (ہمیشہ ستارہ) اُس وقت گرد قطبی کہلاتا ہے۔ ایک گرد قطبی ستارہ کی تعریف یہ کی جاتی ہے کہ یہ ایک ایسا ستارہ ہے جس کا ش ق ف اُس جگہ کے عرض بلد سے کم ہے یعنی اُس کا شمالی میل اُس مقام کے عرض التمام سے زیادہ ہے۔ ستاروں کی ظاہری حرکت سے اس بات کو دیکھنا چاہیے کہ وہ ستارے جو اول السموت س ک پر یا پر واقع ہیں ان کی رفتار بہ مقابلہ اُس شخص کے جو اول السموت سے ہٹے ہوئے ہیں بہت تیزی سے ہوگی وجہ یہ ہے کہ اس کو ایک بہت بڑی قوس بہ مقابلہ اوروں کے وقتِ معینہ میں طے کرنی پڑتی ہے اور اس لیے وقت کے صحیح نتائج حاصل کرنے کے لیے ایک ایسے شخص کو انتخاب کر لینا چاہیے۔ جو اس اول السموت کے قریب ہو یا اُس پر واقع ہو۔

طریق الشمس ایک کبیر دائرہ ہے جس پر سورج کا سالانہ دَور ستاروں میں رہتا ہے، یا ستاروں میں سورج کی ظاہرہ حرکت کو ظاہر کرتا ہے اور سماوی استوا کو ع م کی شکل میں ترچھا کاٹتا ہے۔ زاویہ جو مستوی ع م سماوی استوا ص ص سے بناتا ہے وہ ۲۳° $\frac{1}{2}$، ۲۷' ہے، اور اِس زاویہ کا نام میلان طریق الشمس ہے، اس کے دونوں نقاطِ تقاطع اعتدالین کہلاتے ہیں۔

جب سورج یا سورج کی ظاہری حرکت ستاروں میں جنوب سے شمال کی طرف سماوی استوا پر ہوتی ہے تو نقطۂ تقاطع کو بہار یا ربیعی اعتدال یا برجِ حمل (۲) کا نقطۂ اول کہتے ہیں۔ اور جب سورج شمال سے جنوب کی طرف جاتا ہے تو طریق الشمس کا اور سطح استوا کا نقطۂ تقاطع

اعتدالِ خریفی کہلاتا ہے یا بُرجِ میزان کا نقطۂ اول۔ اس سے پڑھنے والے کی سمجھ میں آجائیگا کہ ان دو اعتدالین پر سورج کا مَیل صفر ہوگا۔

جو ہیکلی دائرہ اعتدالی نقطوں میں سے گزرتا ہے اُس کو اعتدالی دائرہ کے نام سے تعبیر کیا جاتا ہے۔

منطقۃ البروج ایک منطقہ ہے جو طریق الشمس کے دونوں طرف ۸° میں پھیلا ہوا ہے اور یہ ۱۲ مساوی حصوں میں تقسیم شدہ ہے ہر ایک ۳۰° ہے اور ان کو علامات منطقۃ البروج کہا جاتا ہے۔ ان علامات کے نام حسبِ ذیل ہیں:۔

(۴۲) (بُرجِ حمل (مینڈھا)، بُرجِ ثور (بیل)، بُرجِ جوزا (آسمانی جُڑواں بچے)، بُرجِ سرطان (کیکڑا)، بُرجِ اسد (شیر ببر)، بُرجِ سُنبلہ (کنواری)، بُرجِ میزان (ترازو)، برجِ عقرب (بچھو)، بُرجِ قوس (تیر انداز)، بُرجِ جدی (بکرا)، بُرجِ دلو (سقا)، برجِ حوت (ماہی)۔ ان میں سے دو بُرجوں میں اعتدالین واقع ہوتا ہے یعنی بُرجِ حمل اور برجِ میزان میں۔

بُرجِ حمل کا نقطۂ اوّل ماہ مارچ کی ۲۲ تاریخ کو یا اُس کے قریب واقع ہوتا ہے اور خریفی اعتدال ہر سال کی ۲۳ ویں ستمبر کو یا اُس کے قریب وقوع میں آتا ہے، اور ان دونوں تاریخوں کے درمیان سورج یا تو اپنے انتہائی مَیل ۲۳° $\frac{1}{2}$ ۲۷ (شمال) پر پہنچ چکا ہوگا اور جس کو انقلابِ صیفی کہتے ہیں یا اپنے انتہائی جنوبی میلان پر ۲۳° $\frac{1}{2}$ ۲۷ (جنوب) پر پہنچ چکا ہوگا جس کو انقلابِ شتائی کہتے ہیں۔ یہ اصطلاح سولسٹس (solstice) انگریزی زبان میں سول (sol) (سورج) اور سٹو (sto) ٹھہراؤ یا قیام سے لی گئی ہے، اس معنی کر کے کہ سورج کہاں ٹھہرتا ہوا یا قائم شمالاً یا جنوباً ... طریق پر نظر آتا ہے۔

انقلابِ صیفی کی اصطلاح جیسا کہ ہم اس کو سمجھتے ہیں صرف شمالی نصف کرہ پر اس کا اطلاق ہوتا ہے اور جو در اصل جنوبی نصف کرہ کا

انقلاب شتائی ہے، اور اسی طرح بہار یعنی ربیع کا اعتدال ایسا اعتدال ہوگا جو خزاں میں واقع ہوتا ہے مثلاً آسٹریلیا یا نیوزیلینڈ میں۔

اب شمسی وقت اور کوکبی وقت برج حمل کے نقطۂ اوّل پر قائم کیے گئے ہیں اور یہ بے سود نہ ہوگا اگر ہم اس کی تشریح کر دیں کہ کس طرح اِس خیالی نقطہ کو یہ نام دیا گیا۔

نقطہ اوّل برجِ حمل کے ستاروں کے منڈل میں ایک ستارہ تھا جس کو تقریباً ۳۰۰۰ برس گذر چکے ہیں یعنی ربیعی اعتدال اُس وقت حمل کے کسی ستارہ پر یا اُس کے بہت قریب وقوع میں آیا اور یہ وہ زمانہ تھا جب علم ہیئت اپنی بہت ابتدائی حالت میں تھا یا بہ حیثیت ایک علم کے ظاہر ہوا تھا۔ اُس وقت کے بعد سے یہ اپنے مقام سے ہٹ گیا ہے اور اس کا خیالی نقطہ اب انڈرومیڈا (مرآۃ المسلسلہ) میں ہے اور رفتہ رفتہ ہرقل کی طرف جا رہا ہے۔ یہ حرکت زمین کے ایک چپٹے کرہ نما ہونے کی وجہ سے اور نیز اس وجہ سے کہ سورج اور چاند کی غیر مساوی کشش زمین کی جانب ہے، اور ان میں سے ہر ایک زمین کو اپنے مدار کی طرف کھینچنے کی کوشش کرتا ہے، نتیجہ اس کا ایک پیچھے ہٹنے کی حرکت یعنی طریق الشمس اور مساوی استوا کے تقاطع کے نقطہ کی رجعی حرکت مساوی استوا پر ہے، یعنی برجِ حمل کا نقطۂ اول خطِ استوا پر مراجعت کرتا ہے اور یہ مراجعت سالانہ تقریباً ۵۰ ثانیہ ہے اور اس کو اعتدالین کا استقبال کہتے ہیں۔ یہ "اعتدالین کا استقبال" ایک یونانی ہیئت داں ابرخس[1] نے دریافت کیا تھا اور جس کے حساب ۲۵۸۶۸ سال میں منطقہ کا پورا چکر کر لیگا یعنی سورج کی ظاہری حرکت ستاروں کے درمیان پوری ہو جائیگی۔

وہ طاقتیں جو استقبال پیدا کرتی ہیں یکساں اپنا عمل نہیں کرتیں پس اس لیے ایک خفیف سی ڈگمگاہٹ تحور میں پائی جاتی ہے اور محور اور قطب کی سمت مستقل نہیں پائی جاتی۔ شمال میں مجموعی فرق

[1] Hipparchus

اندازاً ایک ۵۰ فٹ کے مربع میں محدود رہتا ہے۔ اس کو کبو کہا جاتا ہے۔ انگریزی زبان میں نیوٹیشن (nutation) کہتے ہیں، (nutare) (سر ہلانا) سے۔

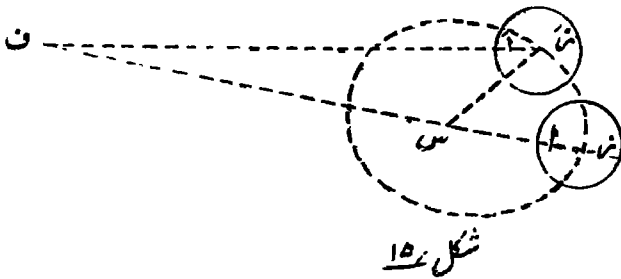
ضلالت وہ خطا ہے جو کسی جرم کوکبی کے ظاہری محل میں جرم سے نور کی شعاع کے گردشِ زمین سے مخالف سمت میں ہونے سے پیدا ہوتی ہے۔

(۴۳) اب یہ ضروری ہے کہ پڑھنے والے کو تین قسم کے وقت معلوم ہونے چاہییں: وہ یہ ہیں ستارے کا وقت یا کوکبی وقت، شمسی یا ظاہری وقت یا وہ وقت جو حقیقی شمس بتاتا ہے اور جو دھوپ گھڑی کا وقت ہے اور اوسط وقت یعنی وہ وقت جو گھنٹے اور گھڑیاں جب کہ وہ ٹھیک باقاعدہ حالت میں ہوں ظاہر کرتی ہوں، اور یہ تمام وقت اپنا صفر یعنی ابتدائے برجِ حمل کے نقطۂ اول پر رکھتے ہیں اس کی وجہ یہ ہے کہ صعودِ مستقیم (ص م) اسی واحد نقطہ سے مشرق کی جانب شمار کیے جاتے ہیں۔ کسی شخص کا مستقیم صعود وہ زاویہ ہے جو میلی دائرہ کی سطح کے جو ربیعی اعتدال میں سے گذرے اور اُس میلی دائرہ کے جو شخص میں گذرے درمیان واقع ہو یا دوسرے الفاظ میں کوکبی استوا کی وہ قوس ہے جو شخص کے میلی دائرہ کا اور برج حمل کے نقطۂ اول کا مابینی حصہ ہے۔ زاویہ ۲ ق ک یا قوس ۲ ک شٔ کا ص م ظاہر کرتی ہے صعودِ مستقیم مغرب سے مشرق کی سمت میں صفر سے ۳۶۰° تک شمار کیے جاتے ہیں یا صفر گھنٹے سے ۲۴ گھنٹے تک۔ مثال کے لیے دیکھو اگر ۲ ک شکل میں ۱۵° ہے تو اس کا ص م ایک گھنٹہ ہوگا لیکن اگر ک ۱۵° ۲ کی دوسری سمت میں ہوتا جیسے کَ تو اُس وقت اس کا ص م ۳۴۵° یا ۲۳ گھنٹے (برجِ حمل کے نقطۂ اوّل کے پیچھے) ہوتا صعودِ مستقیم ارضی طول بلد کی مانند ہے سوائے اُس کے کہ ارضی طول بلد ۱۸۰° گرینج کے مشرق اور مغرب میں شمار کیا جاتا ہے۔ ک کو اگر ہندسوں میں ظاہر کیا جائے تو

وہ ا مغربی طول بلد میں ہوگا اور ک ا مشرقی طول بلد میں۔

(۶۳) یہ پہلے بیان کیا جاچکا ہے کہ کس طرح نقطہ اول حمل کا ہمارے وقت کو درست رکھتا ہے اور ہم اب آگے چل کر بتاتے ہیں کہ ان مختلف وقتوں میں کیا فرق ہے اور ان میں کس طرح امتیاز کیا جائے۔

ایک ستارہ ایک نصف النہار کو بالکل صحیح وقت کے وقفوں پر عبور کریگا پس ہم یہ فرض کرلیں کہ ہم نے ایک زاویہ گیر کو نصب کیا اور انتصابی تار کو نصف النہار مقامی پر لگایا اور وقت کو دیکھ لیا کہ کس وقت ایک خاص ستارہ نصف النہار پر سے گذرتا ہے اور اسی طرح کئی روز تک کرتے رہیں اور وقت کو درج کرتے رہیں۔ اگر ہماری وقت بتانے والی گھڑی نے صحیح وقفہ ۲۴ گھنٹے کا بتایا تو پھر وقت کوکبی وقت ہوگا اور ہمارا وقت شمر ایک کوکبی گھڑی ہوگی لیکن اگر وقت شمر گھڑی ایک اوسط وقت بتانے والی ہے یعنی معمولی گھڑی ہے (جس کو حقیقی اوسط وقت دکھانے کے لیے درست کرلیا ہے) تو پھر بھی ستارہ نصف النہار کو صحیح وقت کے وقفوں پر عبور کریگا لیکن تین دقیقے اور ۵۶ ثانیے (تقریباً) ہر روز ۲۴ گھنٹے گذرنے سے پہلے اور یہ ہر روز ہوتا رہیگا جب تک کہ ستارہ پورے ۲۴ گھنٹے کا وقت بہ حساب اوسط وقت ایک کوکبی سال میں نہ حاصل کرلے۔ اس کا سبب حسب ذیل ہے: شکل ۱۵ میں فرض کرو کہ محل

شکل ۱۵

(۴) زمین کا اپنے مدار پر ہے جس وقت کہ مقام ا پر دوپہر ہے یعنی سورج

س کا عبور نصف النہار پر ہو رہا ہے اور فرض کرو ف ایک ثابت ستارہ ہے جو نر ا س زمین اور سورج کے فاصلے کو بڑھا کر لا تناہی پر واقع ہے۔

ایسی صورت میں فرض کرو کہ اُس حصۂ وقت میں کہ جب زمین نے اپنے محور کے گرد ایک گردش کی تو زمین محل نرَ پر اپنے مدار پر حرکت کر گئی۔ وقت کی اسی ہی آن پر ثابت ستارہ ف دُوسرا عبور کریگا اس کی وجہ یہ ہے کہ نر نرَ فاصلے نر ف کے مقابلہ میں کوئی حیثیت نہیں رکھتا اور زاویہ نر ف نرَ ناقابل التفات ہے اس طرح سے نرَ اَ دراصل نر ا کے متوازی ہوتا ہے۔

لیکن اس کے برعکس معاملہ اس وقت شمس کی حالت میں ہے، یہاں فاصلہ نر نرَ، بمقابلہ نر س کے قابل التفات ہے اور زاویہ نر س نرَ ناپا جا سکتا ہے اور زمین کو تقریباً چار منٹ زاید زاویہ اَ نرَ س میں گروشش کرنے میں لگینگے جب جاکر سورج کا عبور واقع ہوگا۔

پس ایک شمسی یوم، جو سورج کے دو عبوروں میں وقفہ ہے، چار منٹ ایک سماوی یوم سے زیادہ ہے یعنی وقت کا وہ حصہ جو ثابت ستارہ کے دو عبوروں کے درمیان ہے۔ اور اگر زمین اپنے مدار کے گرد گردش کے وقت میں ایک چکر کم لگاتی ہے اور اگر یہ وقت کا حصہ ایک سال ہو تو ایک شمسی سال کی تعریف میں یہ کہا جا سکتا ہے کہ یہ ایک ایسا سال ہے کہ جس میں سورج ربیعی اعتدال سے چل کر پھر اُسی مقام پر آجاتا ہے اور ایک کوکبی سال وہ وقت ہے جس میں سورج ایک ثابت ستارہ سے روانہ ہو کر پھر اس ہی ستارہ پر آ جاتا ہے یعنی وقت کا وہ حصہ جو ایک پوری گردش کرنے میں لیتا ہے اور جس میں پھر اُس ہی محل پر ستاروں کے منڈل میں آ جاتا ہے۔ یہ یاد رکھنا چاہیے کہ اعتدالین کے استقبال کی وجہ سے ہر سال سُورج اُس ہی مقام پر نہیں آجاتا جس پر سے کہ وہ روانہ ہوا تھا، اور بیلزل[1] نے حسابی عمل سے معلوم کیا ہے کہ ایک اوسط شمسی یعنی فصلی سال ۲۲۴۲۲ء۳۶۵ اوسط شمسی ایام کا اور کوکبی سال ایک روز زیادہ کا ہوتا ہے۔

[1] Bessell

∴ ۳۶۶٫۲۴۲۲ کوکبی یوم = اوسط شمسی یوم ۳۶۵٫۲۴۲۲

اور ۱ کوکبی روز = ۰٫۹۹۷۲۶۹۵۶ اوسط روز شمسی

یعنی ۲۴ گھنٹے کوکبی وقت = ۲۳ گھنٹے ۵۶ دقیقے ۴٫۰۹۱ ثانیے بحساب اوسط وقت یا روزانہ اسراع کوکبی وقت (ف، و) کا اوسط وقت (ا، و) پر ۳ منٹ ۵۶ ثانیے تقریباً ہوا، اور ابطاء اوسط وقت (ا، و) اوپر ف، و کے ۳ دقیقے ۵۶ ثانیے تقریباً۔ یعنی اسراع اور ابطاء فی گھنٹہ ۹٫۸۵۶۵ ثانیے ہوا (عام طور پر ۹٫۸۶ لیا جاتا ہے)۔

ایک شمسی سال میں تقریباً ۳۶۵ ۱/۴ دن ہوتے ہیں اور چونکہ ایک چوتھائی حصہ دن کا حساب میں موزوں نہیں رکھا جا سکتا اس لیے سالوں کو دنوں کی پوری صحیح تعداد میں لیا جاتا ہے اور ان کو استوائی سال[۲] کہا جاتا ہے۔ جولیس سیزر (julius Cæsar) نے یہ ترتیب کی کہ ہر سال کو ۳۶۵ دن کا رکھا جائے سوائے ہر چوتھے سال کے یا وہ سال جو ۴ پر پورا تقسیم ہو جائے۔ یہ کبیسہ سال ہوگا یعنی وہ سال جو ۳۶۶ دن کا ہے۔

(۷۵) یہ تقویم، تقویم قیصری (Julian Calendar) کے نام سے مشہور ہے۔ یہ خطا کو کسی قدر زیادہ کر کے درست کرتی ہے اور حسابی عمل سے معلوم کیا گیا ہے کہ ایک سالم دن بحساب ۱۰۰ برس کے بعد بڑھ جاتا ہے اس خیال سے ایک ایسا سال جو صدی کو ظاہر کرتا ہے وہ کبیسہ کا سال شمار نہیں کیا جا سکتا سوائے اس کے جیسا کہ آگے بیان کیا جاتا ہے:۔ اس ترکیب سے جو درستی کی جاتی ہے اس سے ایک دن کم کر کے خطا دور ہوتی ہے یعنی ایک دن ہر ۴۰۰ برس میں ضائع ہو جاتا ہے۔ پوپ گریگری (pope gregory) نے یہ عمل شروع کیا کہ ہر صدی کا سال جو ۴۰۰ پر تقسیم ہو جائے وہ کبیسہ کا سال

[۱] دیکھو جداول بحری جنتری میں اور چیمبر کی Mathematical Tables صفحہ ۲۳۴ جدید اشاعت۔

[۲] استوائی سال

شمار کیا جائے - اس حساب سے ۱۸۹۶ء، ۱۹۰۴ء اور ۲۰۰۰ء کبیسہ کے سال ہیں اور ۱۹۰۰ء نہیں ہے - یہ گریگری[1] تقویم کے نام سے مشہور ہے -

(۶۴) - یہ پہلے بیان کیا جا چکا ہے کہ اعتدال ربیعی ہر سال ۲۱ ویں مارچ کو یا قریب اس کے واقع ہوتا ہے یا جب حقیقی شمس کا میل ۰ ہو یعنی جس وقت کہ حقیقی شمس سماوی استوا پر ہو -
اس وقت ظاہری یا حقیقی شمس کا صعود مستقیم (ص م) صفر گھنٹے، صفر دقیقہ، صفر ثانیہ ہوتا ہے (گ ۰، د ۰، ث ۰) لیکن چونکہ ہم ایک اوسط شمس کے متعلق بیان کر رہے ہیں گرینچ کا اوسط ظہر (گ ۰، ظ) کا (یں) وقت حقیقی شمس کے صعود مستقیم سے مختلف ہوگا اور ان کا فرق مساوی ہوگا مساوات وقت کے جو کوئی اکائیوں میں ظاہر کی گئی ہوں - ذیل کے اعداد جو بحری جنتری سے حاصل کیے گئے ہیں اس کی تشریح کر دینگے -

تاریخ مارچ	ظاہری ص م	ظاہری میل	مساوات وقت	(گ ۰) گرینچ والے دوپہر
	گھنٹہ دقیقہ ثانیہ		دقیقہ ثانیہ	گھنٹہ دقیقہ ثانیہ
۲۰	۲۳ ۵۶ ۱۳ء۱۳	ج ۰ ۱۵ - ۲۰ء۱۰	۷ ۳۱ء۵۵	۲۳ ۴ ۵۹ء۹۲
۲۱	۲۰ء۰۹ ۱ ۰۰	ش ۰ ۰۰ - ۱۰ء۳۱	۷ ۲۳ء۰۹	۲۳ ۵۳ ۵۶ء۳۶

۲۲ مارچ کو اسی وجہ سے جو ابھی بیان کی گئی ہے، سورج ۱۲ بجے دوپہر کو اوسط وقت کی گھڑی پر نصف النہار کو عبور کریگا، لیکن اس وقت کوکبی گھڑی ۳ دقیقہ ۵۶ ثانیے آگے ہو جائیگی اور کوکبی گھڑی ۱۲ گھنٹے اعتدال خریفی پر آگے ہوگی اور اسی طرح اور حالتوں میں بھی ہوگا - پس اسی لیے ہم کو بحری جنتری میں کوکبی وقت گرینچ اوسط ظہر کا مل جاتا ہے یا دوسرے الفاظ میں گرینچ (Greenwich) پر سورج کا زاویئی ساعت مل جاتا ہے - یہ کوکبی اوقات

[1] اگر سال جو ۱۲۸ سے تقسیم ہو جائے کبیسہ کا سال نہ سمجھا جائے تو ایک لاکھ برس میں ایک دن کی خطا ہوگی -

جدولوں کی صورت میں سال کے مختلف دنوں کے لیے دیے ہوئے ہیں اس کی وجہ یہ ہے کہ سماوی اشخاص کے تمام ص م برج حمل کے نقطۂ اول[1] سے شمار کیے گئے ہیں۔

دوسری بات یہ ہے کہ اگر ایک مشاہدہ گرینچ کے نصف النہار کے مش یا مغ یعنی اس نصف النہار کے مشرق یا مغرب میں لیا گیا ہے جو بحری جنتری میں رکھا گیا ہے اور جس کو بہت سی قوموں نے اپنا صفر قرار دے لیا ہے تو یہ ضرور ہوگا کہ ایک صورت میں حمل کا نقطۂ اول مقامی اوسط ظہر (م' اظ) (بحری جنتری کا) پر گرینچ سے پہلے نصف النہار کو عبور کریگا اور دوسری صورت میں پیچھے۔ اس طرح سے اگر ۳۶۰° میں ۳ دقیقہ ۵۶ ثانیے کوکبی وقت میں فرق ہو جاتا ہے تو ایک منہائی کی تقسیم رسدی بہ حالت شرقی اور جمع کی بہ حالت غربی گرینچ کے اوسط ظہر کے کوکبی وقت پر کرنی چاہیے تاکہ اس کوکبی وقت کو مقامی اوسط ظہر کے کوکبی وقت میں تحویل کر دیا جائے۔

(۴۶) مثال — گرینچ اوسط ظہر کا کوکبی وقت ایک خاص تاریخ پر ۱۲ گھنٹے دریافت کیا گیا ہے، تو بتاؤ مقامی اوسط ظہر ۹۰° طول بلد مغرب اور مشرق پر کوکبی وقت کیا ہوگا۔

$۹۰° = \frac{۳۶۰°}{۴}$ ∴ ایک تقسیم رسدی $\frac{۳م ۵۶ث}{۴}$ کی کرنی چاہیے:—

اس طرح کوکبی وقت (ف' و) مقامی اوسط ظہر پر ۹۰° مغرب

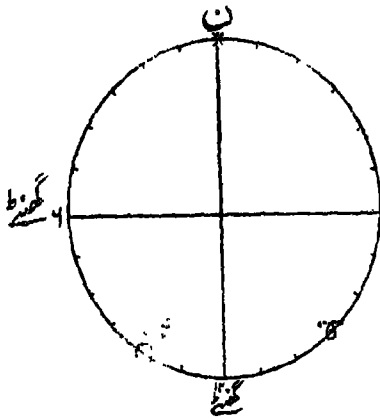
---

[1] طالب علم کو یاد رکھنا چاہیے کہ اگر کوکبی گھڑی گرینچ پر صفر ساعت بجاتی ہے اور اس وقت میلی دائرہ برج حمل کے نقطۂ اول میں سے گزر کر نصف النہار کے انتصابی تار سے منطبق ہوتا ہے اور اگر طالب علم اس وقت خاص سماوی اشخاص کے یکے بعد دیگرے تار پر کے عبور کے وقت مشاہدہ کرتا رہے تو وہ صعود مستقیم ان سب شخصوں کے معلوم کر لیگا۔ پھر اگر آلہ صفر درجہ انتصابی قوس پر ظاہر کرتا ہے اور دور بین ۲۲ مارچ کو برج حمل کے نقطۂ اول پر قطع کرتی ہے اور ستاروں کے عبور کو مشاہدہ کر لیا جائے اور ان کی بلندیاں یا پستیاں رجسٹر کر لی جائیں تو اس صفر درجہ کے حساب کو مد نظر رکھ کر اس کو میل جنوب یا شمال میں حاصل ہو جائینگے اور میلوں میں انعطاف شمال نہیں ہوگا۔

= ۱۲ گھنٹے + ۵۹ ثانیے ۔ اور کوکبی وقت مقامی اوسط ظہر پر ۹۰° مشرق
= ۱۲ گھنٹے ۔ ۵۹ ثانیے = ۱۱ گھنٹے ۵۹ دقیقے ۱۰ ثانیہ ۔

اب یہ بتانا ضروری ہے کہ اگر کسی جگہ کا نصف النہار معلوم ہے تو اس کا مقامی اوسط وقت کیونکر معلوم کیا جاتا ہے ۔ اس کے اظہار کا بہترین طریقہ ایک شکل اور مثال سے ہو سکتا ہے ۔

مثال ۔ گرینچ اوسط ظہر (گ' ا' ظ) کا کوکبی وقت ایک خاص تاریخ کا ۵ گھنٹے ، دقیقہ ۱۵ ثانیے دیا ہوا ہے ' اور ص م (R.A.) ایک ستارہ کا ۱۵ گھنٹے ہے ۔ مقامی اوسط وقت (م' ا' و) ایسے مقام پر کا دریافت کرو جب کہ ستارہ نصف النہار کو عبور کر رہا ہے ۔ اس مقام کا طول بلد ۷۷ درجے ۵۴ دقیقے مشرقی ہے ۔

شکل ۱۶

فرض کرو شکل ۱۶ ایک انتصابی تراش کو ظاہر کرتی ہے جو سماوی کرہ میں سے گزرتی ہے اور اس کو ۴ ربع میں ہر ایک ۶ گھنٹے کا تقسیم کر لو ہر ایک پر مخالف سمت ساعت نمبر ڈال دو اور فرض کرو کہ صفر گھنٹے پر یا ۲۴ گھنٹے پر نصف النہار ہے ۔

جب یہ خاص ستارہ نصف النہار پر ہو تو اس کا محل معلوم ہے پس شکل میں یہ صفر پر یا نصف النہار ن پر لگا دیا ہے ۔ چونکہ اس کا ص م ۱۵ گھنٹے ہے ہم الٹی طرف ۱۵ گھنٹے ناپ سکتے ہیں اور راس الحمل کو شکل میں لگا دیتے ہیں کیونکہ ۱۵ گھنٹے اس وقت

سے کہ راس الحمل نصف النہار پر تھا گذر چکے ہیں -

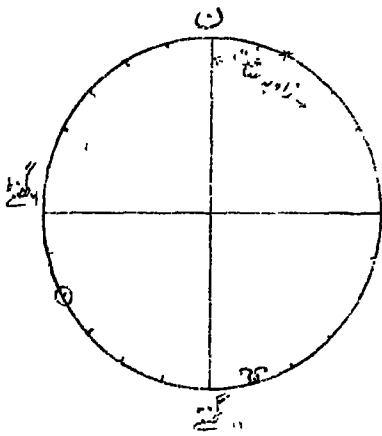
علاوہ ازیں بحوالۂ گرینچ یہ بھی معلوم ہے کہ وہ حصہ وقت (کوکبی وقت) جو راس الحمل پر گذر گیا ہے جب کہ سورج گرینچ پر نصف النہار پر تھا ۱۵ گھنٹے صفر دقیقے ۱۵ ثانیے تھا، اور اس لیے ۷۷ درجہ ۴۵ دقیقے مشرق کے طول بلد میں یہ وقت کا حصہ ۵ گھنٹے صفر دقیقے اور ۵۱ ثانیے نفی ۱۵ ثانیے ہوگا یعنی ۵ گھنٹے پورے اور اس خیال سے شکل زین از اوسط شمس ... پانچ گھنٹے پیچھے ہٹا کر اس کو لگا دیا گیا ہے - اس طرح یہ معلوم ہو جائیگا کہ سورج مقامی نصف النہار کے لحاظ سے ۱۰ گھنٹے آگے ہے یعنی ۱۰ گھنٹے (کوکبی) مقامی دوپہر سے گذر چکے ہیں اور اس کو اوسط وقت پر تحویل کرنے کے لیے فی گھنٹہ ۹٫۸۶ ثانیے کے حساب سے ۹ گھنٹے ۵۸ دقیقے ۲۱٫۴۳ ثانیے کا وقت حاصل ہوا اور یہ مشاہدہ کا مقامی اوسط وقت (م، ا، و) ہے - (۷۷)

شکل ۱۷

(ن)

زاویہ ساعت

۶ گھنٹے

۱۸ گھنٹے

۱۲ گھنٹے

اگر نصف النہار معلوم نہیں ہے لیکن زاویۂ ساعت دیے ہوئے ضابطہ کی رو سے حل کر لیا گیا ہے اور ۲ گھنٹے معلوم ہوا جب کہ ستارہ مشرق میں ہے، اور اُن حالتوں کے لحاظ سے جو پچھلی مثال میں دی ہوئی ہیں ہم کو ذیل کی شکل ۱۷ اور مختلف محل حاصل ہوتے ہیں -

---

[۱] سنہ ۱۹۲۵ء سے بحری جنتری میں تمام اوقات رات کے ۱۲ بجے سے شروع ہونے لگے ہیں یعنی گرینچ کا اوسط وقت (گ - ا - و) رات کے ۱۲ بجے سے شمار کیا گیا ہے یکم جنوری کی نصف شب سال جدید کے نئے یوم کا اختتام ظاہر کرتی ہے یعنی نصف شب سال جدید کی شام کی صفر دن سال کا ہوتا ہے اور دوسری جنوری کی ظہر کو ۱٫۵ دن ہونگے -

ستارہ کا زاویۂ ساعت چونکہ دو گھنٹے نصف النہار سے تھا اور ستارہ مشرق میں تھا اس کو دو گھنٹے ن سے دائیں طرف لگا سکتے ہیں۔ اگر ستارہ مغرب میں ہوتا تو پھر بائیں طرف ن کے لگایا جاتا۔ نیز مثال میں بھی راس الحمل ۵ گھنٹے مخالف سمت ساعت ستارہ سے اور شمس ۵ گھنٹے راس الحمل سے پیچھے رکھا گیا ہے۔ اور وقفۂ مقامی اوسط ظہر کا کوکبی وقت میں ۸ گھنٹے دریافت کیا گیا ہے اور مشاہدہ کا مقامی اوسط وقت تحویل کرنے پر ۷ گھنٹے ۵۸ دقیقے اور ۴۱۰۱ ثانیے دریافت کیا گیا ہے۔

اس طرح پر ایک مفید مساوات قائم کی جا سکتی ہے اور اس کو یاد رکھنا چاہیے۔

ص م (+ ۲۴ گھنٹے اگر ضروری ہو) $\frac{+}{\text{مشرق}}$ مغ (زاویۂ ساعت)

کوکبی وقت مقامی اوسط ظہر پر = کوکبی وقفۂ وقت مقامی اوسط ظہر سے

اگر نتیجہ کو اوسط وقت کی اکائیوں میں تحویل کر دیا جائے تو صحیح مقامی وقت حاصل ہو جاتا ہے۔

اس مساوات پر غور کرو اور فرض کرو کہ کسی کوکبی جرم کا وقتِ مرور دریافت کرنا ہے یعنی جب کہ زاویۂ ساعت (ز س) صفر ہے۔ مساوات کی دوسری قیمت صفر ہو جاتی ہے اور صعود مستقیم (± ۲۴ گھنٹے) - کوکبی وقت مقامی اوسط ظہر پر = کوکبی وقفۂ وقت مقامی اوسط ظہر سے۔

مثال — دریافت کرو کہ کس وقت قطب ستارہ (عروب اصغر) طول بلد ۷۷ درجہ ۴۵ دقیقے مشرق پر ۱۲ نومبر ۱۹۰۹ء کو مرور کریگا۔ قطب کا صعود مستقیم (ص، م) بحری جنتری میں ۱۹۰۹ء کی اس تاریخ کو ۱ گھنٹہ ۲۷ دقیقہ ۲۸ ثانیے دیا گیا ہے اور کوکبی وقت گرینیچ اوسط ظہر کا ۱۲ نومبر ۱۹۰۹ء کو ۱۵ گھنٹے ۲۳ دقیقے ۳۰٫۷ ثانیے دیا گیا ہے۔ جس سے کوکبی وقت مقامی اوسط ظہر پر = ۱۵ گھنٹے ۲۳ دقیقے ۳۰٫۷ ثانیے نفی ۵۱ ثانیے

(درستی شرقی طول بلد کے لیے) = ۱۵ گھنٹے ۲۳ دقیقے ۲۷ء۲۰ ثانیے۔ اور ص، م+۲۴ گھنٹے = ۲۵ گھنٹے ۲۷ دقیقے ۲ء۴۸ ثانیے، اس لیے مرور کا کوکبی وقت = ۲۵ گھنٹے ۲۷ دقیقہ ۴۸ء۲ ثانیے نفی ۱۵ گھنٹے ۲۳ دقیقے ۲۷ء۲۰ ثانیے = ۱۰ گھنٹے ۴ء۰ دقیقے ۲۵ء۳ ثانیے کوکبی اکائیوں میں ہوا یعنی مرور کا مقامی اوسط وقت ۱۰ گھنٹے ۲ء۰ دقیقہ ۴۷ء۳ ثانیہ ہوا۔

(۴۸) جب گھنٹے اور گھڑیاں جو اوسط وقت رکھتے ہیں وہ ایک خاص مستند نصف النہار سے ٹھیک کیے جاتے ہیں تو ایک تقسیم رسدی نصف النہار کے مشرق یا مغرب کے طول بلد کے لحاظ سے کر دی جاتی ہے۔

یہ درستی مستند وقت کے لیے ۱۵ درجہ کے مقام کے لیے مستند وقت کے نصف النہار مقامی سے مغرب کی طرف کو بقدر ایک گھنٹہ کے منفی ہوگی، اور اگر ۱۵ درجہ شرقاً ہے تو مثبت ایک گھنٹہ ہوگا اور اس سے مقامی وقت حاصل ہو جائیگا۔

(۶۵). جو وقت کہ حقیقی سورج سے ظاہر ہوتا ہے وہ شمسی ڈائل کا وقت ہے لیکن یہ وہ وقت نہیں ہوتا جو گھڑیاں اور گھنٹے ظاہر کرتے ہیں اس کی وجہ یہ ہے کہ سورج کا وقت تغیر پذیر ہے۔ اگر زمین کا مدار ایک دائرہ ہوتا اور سورج مرکز ہوتا تو ظاہری یوم ایک مستقل وقفۂ وقت ہوتا لیکن زمین کا مدار ایک ہلیلجی (یا قطع ناقص) ہے اور سورج اس کے ایک نقطۂ ماسکہ میں ہے اور کیپلر (kepler) کے کلیۂ دویم سے ثابت ہے کہ زمین وقت کے مساوی وقفوں میں مساوی رقبوں پر گذرتی ہے، یا نیم قطر سمتیاں مساوی وقتوں میں مساوی رقبے پر پھر جاتی ہیں اور یہ بات اس طرح سے سمجھ میں آ جاتی ہے کہ زمین جس وقت سورج کے سب سے زیادہ نزدیک ہوتی ہے یعنی حضیض پر، تو یہ رفتار میں زیادہ تیز ہوتی ہے اور جس وقت اوج پر ہوتی ہے تو اس کی رفتار سست ہوتی ہے۔ علاوہ ازیں شمس کا راستہ اُس طریق الشمس پر ہے

جو سماوی استوا سے میلان رکھتا ہے اور اسی طرح وقت کا دوسرا تغیر لازمی ہو جاتا ہے ۔

یہی وہ اصلی اسباب ہیں جن سے شمسی وقت متغیر ہوتا ہے اور چونکہ کوئی گھڑی اس طرح پر نہیں چلائی جا سکتی کہ وہ شمس کی حرکت کے مطابق تیز یا سست کی جا سکے اس لیے ہیئت دانوں نے یہ انتظام کیا ہے کہ مستقل یوم رکھا جائے اور یہ دن دنیا بھر سے کم و بیش منطبق ہوتا ہوا ہو اور اس لیے یہ ضروری ہے کہ ایسے مشاہدات جو سورج کی طرف کیے جائیں وہ ظاہری یا حقیقی شمس کے وقت سے اوسط وقت میں تحویل کیے جائیں ۔ ایسی درستی کو اصطلاح میں مساواتِ وقت کہا جاتا ہے اور اس کی مقدار خواہ مثبت ہو یا منفی بحری جنتری میں ہر ماہ کے صفحہ اول پر دی گئی ہے ۔ مساواتِ وقت لڈیی اکائیوں میں دی جاتی ہے ۔

ظاہری وقت کی تعریف یہ کی جا سکتی ہے کہ یہ ایک ایسا زاویہ ہے جو کسی مقام کے نصف النہار اور حقیقی سورج میں سے گزرنے والے نصف النہار کے درمیان واقع ہو ۔ اوسط وقت وہ زاویہ ہے جو مقامی نصف النہار اور اس نصف النہار کے درمیان ہے جو ایک خیالی سورج میں سے گذرتا ہے جب کہ اس کی رفتار استوا پر وہ اوسط رفتار ہے جس کے ساتھ حقیقی سورج طریق الشمس پر چلتا ہے ۔ وہ زاویہ جو حقیقی اور خیالی سورج کے نصف النہاروں کے درمیان ہو وہ مساواتِ وقت ہے ۔ شمسی ڈائلوں کی درستی مساواتِ وقت کے لحاظ سے کرنی چاہیے تاکہ وہ مقامی اوسط وقت سے مطابق ہو جائیں ۔

اس کے بعد فرض کرو اس کی ضرورت ہے کہ ۱۰ گھنٹے ۹ دقیقے کے تغیر کو فی گھنٹہ کے حساب سے یکم اور دوئم جون کی دوپہروں کے درمیان اندراج کر دیا جائے جب کہ یہ تغیر فی گھنٹہ ۹ ء ۳ ثانیہ ہو ۔ یہ تغیر ۱۳۶ء ۱۰ گھنٹوں میں ضرب دینے سے = ۸۷ء ۶ ثانیہ کے ۔ چونکہ مساواتِ وقت پہلی جون کا = ۲ منٹ ۶۷ء ۲۸ ثانیہ کے اس میں سے اس کو

(۷۹) تفریق کرنے سے مساواتِ وقت = ۲ دقیقہ ۶۷ء۲۰ ثانیے ۔ ۶ء۸۷ ثانیے = ۲ دقیقہ ۸ء۲۱ ثانیے کے ' اور اس لیے مقامی اوسط وقت (م-ا-و) مقامی ظہر کا = ۱۲ گھنٹے ۰ دقیقہ ۰ ثانیہ ۔ ۲ دقیقہ ۸ء۲۱ ثانیہ = ۱۱ گھنٹے ۵۷ دقیقے ۲ء۸۳ ثانیے اور اس لیے مقامی وقت کی گھڑی جتنی پیچھے تھی وہ = ۱۱ گھنٹے ۵۷ دقیقے ۲ء۸۳ ثانیہ ۔ ۱۱ گھنٹے ۳۵ دقیقے ۴۰ ثانیہ = ۲۱ دقیقے ۲ء۵۸ ثانیے کے ۔ اگر گھڑی مستند وقت ظاہر کرتی ½ ۵ گھنٹوں کے لیے یعنی گرینچ سے ½ ۸۲ درجہ مشرق کے لیے تو یہ ۴ دقیقے ۰ ثانیہ + ۱ دقیقہ ۲ء۵۸ ثانیے یعنی ۵ دقیقے ۲ء۵۸ ثانیے سست ہوتی۔

مندرجۂ بالا مثالوں سے معلوم ہوتا ہے کہ کس طرح وقت کو حسابی عمل کر کے مشاہدے سے نصف النہار پر کسی جرم فلکی کو مشاہدہ کر کے معلوم کیا جاتا ہے۔

اگر جرمِ فلکی ایک ستارہ ہے تو حسابی عمل بہت آسان ہو جاتا ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ اس میں گرینچ کے اوسط وقت کا کوئی حوالہ نہیں دینا پڑتا اور اس کو اگلے نقرہ میں واضح کر دیا گیا ہے ۔ ایسا ہمیشہ نہیں ہوتا کہ نصف النہار معلوم ہو اور اس لیے مشاہدات سورج کی طرف سے یا ستاروں کے جو نصف النہار سے باہر ہوں 'یا بیرون نصف النہار جیسا کہ ان کو بعض اوقات کہا جاتا ہے اس کے بعد بیان کیے جائینگے۔

۶۶۔ مشاہدات سورج یا بیرونِ نصف النہار ستاروں کے وقت اور السمت کی دریافت کے لیے[1]

مندرجۂ ذیل تصحیحیں علم ہیئت کے مشاہدات کے لیے بیان کی جاتی ہیں اور

---

[1] مصنف اس بات پر دوبارہ زور دیتا ہے کہ اُفقی زاویوں کے جُٹ کا مشاہدہ کرتے وقت (جُٹ میں نشان حوالہ شامل ہے) بلبلے جو لیول کیے جائیں تو اس وقت پایہ پیچوں کے متعلق جو احتیاط دی گئی ہے اس کا خیال رکھا جائے ۔ پایہ پیچوں کو بالکل ہاتھ نہ لگایا جائے اور متضاد حرکت پیچ سے بالائی لیول کو لیول کیا جائے۔

سے Ex-meridian = غیر نصف النہار (کمیٹی)

۔ ایک عام اظہار خیال ہے کہ کس طرح مشاہدات کو بہترین طریقے سے کیا جائے ۔
انعطاف ۔۔۔ ایک شعاع نور کسی فلکی جرم سے کرۂ ہوا میں داخل ہونے پر جھک جاتی ہے یعنی نیچے کی طرف منعطف ہو جاتی ہے اور جس قدر یہ جرم اُفق کے نزدیک ہوتا ہے اُسی قدر کرہ ہوا کے منطقہ کی چوڑائی جس میں سے شعاع کو گزرنا ہوتا ہے بڑی ہو جاتی ہے اور اسی لیے انعطاف بڑا ہوتا ہے ۔ انعطاف اس طور سے ایک شخص کو اثر پذیر کرتا ہے یا زاویہ بلندی جو پڑھا جاتا ہے وہ حقیقی سے زیادہ ہوتا ہے اور اس لیے انعطاف کو ہمیشہ مشاہدہ شدہ ارتفاع سے حقیقی ارتفاع معلوم کرنے کے لیے تفریق کرنا پڑتا ہے ۔ انعطاف حرارت اور بار پیما کے ارتفاع پر منحصر ہے (دیکھو جدول سوم ضمیمہ دوم) یا ۵۸ × مم ارتفاع سے ایک قریبی قیمت معلوم ہو جاتی ہے ۔
اختلافِ منظر ۔۔۔ علم ہیئت کے معمولی عملوں میں ہم یہ فرض کر لیا کرتے ہیں کہ ستارے یعنی وہ ستارے جو ثوابت ہیں لاتناہی فاصلوں پر ہیں یعنی وہ کرنیں جو ثابت ستارے سے چلتی ہیں اور زمین کی سطح کی طرف آتی ہیں اور نیز زمین کے مرکز کی طرف کو وہ ایک دوسری پر منطبق ہو جاتی ہیں اور اس لحاظ سے ہم یہ فرض کر لیتے ہیں کہ جو مشاہدات زمین کے مرکز پر سے کیے جاتے ہیں وہ ایک ایسے مستوی کے حوالے سے ہوتے ہیں جو مشاہد کے محل کے مرئی اُفق کے مستوی کے متوازی ہوتا ہے ۔ لیکن یہ شمسی نظام کی حالت میں درست نہیں ہوتا ۔

شکل ۱۸

(۸۰)

فرض کرو ف ن زمین کی ایک تراش ہے اور ف کوئی نقطہ سطح زمین پر ہے ۔ ا ف ق اس نقطہ ف کا اُفق ہے ۔ اَ فَ قَ

حقیقی اُفق زمین کے مرکز میں سے ہے اور اف ق کے متوازی ہے :-
فرض کرو ش شمس، چاند یا کوئی سیارہ ہے تو پھر ش ف ق اُس جرم کا ارتفاع ا ف ق اُفق کے اوپر ہے لیکن ش ف ق (= ش د ق) حقیقی افق کے اوپر ارتفاع ہے یعنی ارتفاع اُفق کے اُوپر بنیادی نقطہ میں سے - اب ش د ق = ش ف ق + ف ش د یعنی حقیقی ارتفاع مشاہدہ شدہ ارتفاع سے زیادہ ہے بقدر زاویہ ف ش د اور اس کو اختلافِ منظر کہتے ہیں۔ شکل سے صاف ظاہر ہے کہ اس زاویہ ف ش د کی مقدار ش کے ارتفاع پر منحصر ہے جو سمت الراس پر صفر ہے اور افق پر قیمتِ اعظم حاصل کر لیتی ہے ۔ ثابت ستارے کرۂ زمین سے اس قدر بعید فاصلوں پر ہیں کہ اس زاویہ کی مقدار بے معلوم سی ہو جاتی ہے اور سورج سے اُفقی اختلافِ منظر بھی ۹ ثانیہ سے زیادہ نہیں ہوتا اس لیے اگر مشاہدے ایسے آلے سے کیے جا رہے ہیں جو صرف دقیقوں تک پڑھتا ہے جیسے کہ جیبی سدس تو ایسی صورت میں اختلافِ منظر کی درستی کو بالکل نظر انداز کر دینا چاہیے۔ اختلافِ منظر کی درستی مشاہدہ شدہ ارتفاع میں جمع کر دینی چاہیے یا سمت الراس کے فاصلوں میں سے تفریق کر دینی چاہیے (دیکھو جدول ۲ ضمیمہ)۔

نصف قطر ــــ جب کوئی مشاہدہ سورج پر کسی ارتفاع سمتی آلہ سے کرنا ہو تو اس میں بڑی مشکل پیش آئیگی کہ شمس کے قرص کی تنصیف آلے کے اُفقی آڑے تاروں سے کس طرح کی جا سکے ۔ پس عام طور سے کسی ایک عضو کے ارتفاع کو پڑھ لیا جاتا ہے خواہ بالائی ہو یا زیریں اور پھر جو مناسب صورت ہو اُسی لحاظ سے سورج کا نصف قطر تفریق کر دیا جاتا ہے یا جمع کر دیا جاتا ہے تاکہ مرکز کا اصلی ارتفاع معلوم ہو جائے ۔ اس کو نصف قطر کی تقسیم رسدی کہتے ہیں اور یہ سال کے ہر ایک یوم کے لیے "بحری جنتری" میں دیا ہوا ہے۔ یہ درستی در اصل وہ زاویہ ہے جو زمین کے مرکز پر مشاہد کی آنکھ کے محاذی شمس کا نصف قطر بناتا ہے۔ اور یہ ہمیشہ گو خفیف ہی سہی لیکن تبدیل ہوتا رہتا ہے ۔ اس وجہ سے نہیں کہ شمس کا قطر تبدیل ہوتا رہتا ہے بلکہ اس وجہ سے کہ شمس اور زمین کا درمیانی فاصلہ ہمیشہ بدلتا رہتا ہے ۔ علاوہ ازیں

جب ایک سدس اور ایک مصنوعی اُفق استعمال کیے جاتے ہیں تو عموماً مرکز کے بجائے اعضا میں سے ایک کا ارتفاع پڑھا جاتا ہے کیونکہ مشاہد بہت زیادہ صحت کے ساتھ وہ وقت دیکھ سکتا ہے جب دو سورج ایک دوسرے سے مس کرتے ہیں بجائے اس کے کہ وہ ایک دوسرے پر بالکل منطبق ہو جاتے ہیں ۔

ارتفاع کے تمام مشاہدوں میں، سورج کے ارتفاع کے مشاہدہ کے بعد اور بارپیما اور تپش پیما کے اُن متفرقات کے بعد جو بروقت مشاہدہ ہوں وہ تصحیحیں جو اُوپر بیان کی گئی ہیں ذیل کی ترتیب سے عمل میں لائی جاتی ہیں :- (۸۱)

سب سے پہلے آلے کی خطاؤں کی درستی بہ تقسیم رسدی کر لو، پھر جدول سوم میں سے سمت الراسی فاصلے کے لیے جو بہ لحاظ آلے کے درست کر لیا گیا ہے انعطاف نکال لو ۔ اب یہ اعداد ایک مفروضہ تپش ۵۰° ف پر اور ۳۰″ کے بارپیمائی دباؤ پر حل کیے گئے ہیں ۔ جدول سوم میں ضروری عدد تقسیم رسدی مع اُن کی علامات کے دیے گئے ہیں ۔ جب یہ انعطاف درست کر لیا جائے تو اس کو راسی فاصلہ میں جمع کر لو ۔ پھر نصف قطر کا (جو بحری جنتری سے لیا جائے) عمل در آمد اس طرح کرنا چاہیے کہ اگر زیرین عضو[1] پر مشاہدہ کیا گیا ہے تو نفی کیا جائے اور اگر بالائی پر کیا گیا ہے تو جمع کیا جائے اور سب سے آخر میں اختلافِ منظر کی تقسیم رسدی معلوم کر لو اور اس کو راسی فاصلہ میں سے تفریق کر دو ۔

مثال (۱) شمسی بالائی عضو کا مشاہدہ شدہ ارتفاع ۲۰ جون ۱۹۲۲ء کو صبح ۸ بجے ۳۹ درجے ۱۶ دقیقے ۲۰ ثانیے ہے ۔ بارپیما ۲۸٫۸۵ انچ ہے، تپش پیما ۸۰ ف، آلہ میں کوئی خطا نہیں ہے ۔ سورج کے مرکز کا حقیقی ارتفاع معلوم کرو ۔

مشاہدہ شدہ راسی فاصلہ (۹۰ - ارتفاع) . . . . . ۵۰° ۴۳′ ۴۰″

انعطاف ۵۰° ۰′ ۰″ کے لیے . . . . . + ۱ ۹٫۴

اور تغیر ۳۰″ ، ۳۰° کے لیے . . . . . + ۱٫۸

---

[1] اس بات کو یاد رکھو کہ شخص کو جب کسی معمولی قسم کے زاویہ گیر کی دوربین میں سے مشاہدہ کیا جائے تو یہ اُلٹا نظر آئیگا (یعنی آلہ میں خیال کو اُلٹنے والا چشمہ نہ لگایا گیا ہو) ۔

بارپیما کی درستی ۲۸٫۸۵ انچ کے لیے .... — ۷٫۲

درستی تپش پیما کی ۸۰° کے لیے .... — ۴٫۲

تصحیحوں کی قیمت + ۱ ۳٫۴۰

∴ درست شدہ انعطاف ۰° ۴۳′ ۴۰″ + ۱ ۳٫۴۰

نصف قطر (جو بحری جنتری سے لیا گیا ہے) + ۱۵ ۴۶٫۳

ارتفاع میں اختلافِ منظر — ۶٫۵۰

مرکزِ شمس کا حقیقی ارتفاع (۹۰° ـ راسی فاصلہ) = ۸° ۵۹′ ۳۶″

مثال (۲) ـ مشاہدہ شدہ دوچند ارتفاعِ شمس صبح کے ۸ بجے ۲۲ جون ۱۹۲۲ء کو زیرین عضو پر ۸۴ درجہ ۴۴ دقیقے ۴۰ ثانیہ ہے ـ قوس کے نمایندہ کی خطا ۳′ ۴۵″ ہے (اس لیے منفی ہے) ـ بارپیما ۲۸٫۸۵ انچ، تپش پیما ۸۵° ف: سورج کے مرکز کا حقیقی ارتفاع معلوم کرو ـ

مشاہدہ شدہ دوچند ارتفاع .... ۸۴° ۴۴′ ۴۰″

قوسی نمایندہ کی خطا ...... — ۳′ ۴۵″

۲ | ۸۴° ۴۰′ ۵۵″

ارتفاعِ واحد .... ۴۲° ۲۰′ ۲۷٫۵″ = ۴۷° ۳۹′ ۳۲٫۵″ راسی فاصلہ

انعطاف ۴۷° کے لیے ...... + ۱′ ۳٫۴۰

اور تغیر ۳۹′ ۳۲٫۵″ میں .... + ۱٫۴۶″

درستی بارپیما کی ۲۸٫۸۵ انچ کے لیے ..... — ۲٫۴۴″

درستی تپش پیما ۸۵ درجہ کے لیے .... — ۳٫۸۰″

تصحیحوں کی قیمت .... ۵٫۸۱۰″

∴ درست شدہ انعطاف ۱ درجہ ۳۹ دقیقے ۳۲٫۵ ثانیہ + ۰′ ۵۷٫۱۰″

نصف قطر جون ۲۲ کو .... — ۱۵′ ۴۶٫۲″

ارتفاع میں اختلافِ منظر .... — ۶٫۴″

مرکزِ شمس کا حقیقی ارتفاع (۹۰° ـ راسی فاصلہ) = ۴۲° ۳۵′ ۲۳″

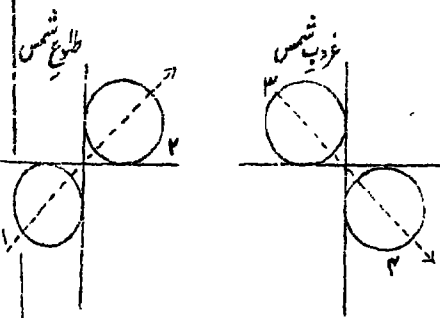
(۸۲) مندرجہ بالا عمل میں راسی فاصلوں کی جدول سے انعطاف معلوم کرنے میں خاصی بلا ضرورت محنت معلوم ہوتی ہے لیکن یہ طریقہ اس لیے اختیار کیا گیا ہے کہ اکثر انعطافی جدولیں جو علم ہیئت کے حل میں کام آتی ہیں وہ راسی فاصلوں کے لیے ہوتی ہیں اور ارتفاعوں کے لیے نہیں ہوتیں - اب طالب علم کی سمجھ میں آجائیگا کہ وہ جس وقت فلکی شخصوں سے، ماسوائے ثابت ستاروں کے کام کرتا ہے تو اس کو ذیل کی درستیاں کرنی پڑتی ہیں -

صعودِ مستقیم اور میلِ فلکی اپنے گرینچ کے محل کے حوالہ سے اِسی خاص لمحہ کے لیے بالکل درست ہونے چاہییں اور اسی طرح اختلافِ منظر کی درستی بھی بہ تقسیم رسدی درست ہونی چاہیے - انعطاف کی تصحیح دونوں صورتوں میں مشترک ہے - نصف قطر کی تصحیح صرف سورج کے لیے ہے، لیکن یہ زیادہ مناسب ہوگا کہ اعضائے شمس کو مشاہدہ کیا جائے بجائے مرکز کے مشاہدے کے جو ہمیشہ صحت کے ساتھ تقاطع نہیں کیا جا سکتا اور جس کی صحت کے لیے ہر حالت میں بہت کچھ صائب رائے کی ضرورت ہوتی ہے -

وقت کے مشاہدوں میں اس لیے یہ زیادہ اچھا ہوگا کہ ایک عضوِ شمس اُفقی تار پر سے گزرنے دیا جائے اور مس کے وقت کو درج کرلیا جائے اور پھر سورج کو تار پر سے عبور کر جانے دو (اس عرصہ میں آہستہ آہستہ اُفقی خفیف حرکت پیچ سے تختی کو سرکاتے رہو جب یہ محسوس ہو کہ وہ میدان سے خارج ہوتا جاتا ہے) اور پھر دوسرے مس کے وقت کو درج کرلو یا شمس کے مکمل عبور کو اُفقی تار پر سے - اِس طریقے سے ایک انتصابی زاویہ دو مرتبہ درج ہو جاتا ہے اور ان دونوں وقتوں کا اوسط، مشاہدہ شدہ انتصابی زاویہ پر مرکزِ شمس کے تقاطع کا صحیح وقت ہے - اور سورج کے مرکز کا وقت گھڑی سے ملا دیا جاتا ہے اس گھڑی کا مقامی اوسط وقت کے حوالہ

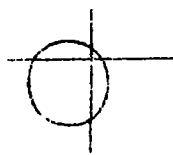
سے یا اس کے اپنے معیاری وقت سے امتحان کرلینا چاہیئے دیکھو مثال صفحہ ۱۵۰ -

۶۷- السمت - السمت کے لیے یا نصف النہار کی سمت کے لیے جس وقت سورج کا بیرون نصف النہار مشاہدہ کیا جائے تو حل شدہ زاویہ س سطح زمین کے کسی نقطہ سے بطور ایک حوالہ کے نشان کے ملا دیا جاتا ہے اور یہ نشان وہی کام دیتا ہے جو گھڑی وقت کے مشاہدوں میں دیتی ہے - اس لیے سورج سے ایک السمت حاصل کرنے کے لیئے جب کہ صحیح وقت معلوم نہ ہو، افقی زاویہ ایک حوالہ کے نشان (ح ن) کی طرف کو اور مرکزِ شمس کا ارتفاع مطلوب ہوتے ہیں اور اس کا طریقہ ذیل میں درج ہے :-

جب عرض بلد ۲۳ درجہ ۲۷ منٹ سے بڑا شمال کی طرف ہو تو شمس ہمیشہ مشرقی نقطہ کے جنوب میں طلوع ہوگا اور مشاہد کے بائیں طرف سے دائیں سمت کو طلوع اور غروب کی حالت میں حرکت کریگا اگر مشاہد جنوب کی طرف منہ کیے ہوئے ہے اور شمس کی حرکت جیسی کہ شکل ۱۹ میں دکھائی گئی ہے ہوگی گو دوربین میں دیکھتے وقت یہ سب اُلٹا دکھائی دیگا۔ مشاہد کو جو کچھ اب کرنا چاہیے وہ یہ ہے کہ دوربین میں سورج کی حرکت کی سمت کو قائم کرنے کے بعد دوربین کے ایک ربع کو جو اُفقی اور انتصابی تاروں کے درمیان بنتا ہے سورج کے اعضا کے ساتھ مس کرانا چاہیے اور انتصابی اور اُفقی زاویے اور اس کا وقت درج کرلینا چاہیے، اس تمام مشاہدے

شکل ۱۹

(۸۴۳)

میں اس بات کا بہت خیال رکھنا چاہیے کہ زاویہ گیر حقیقی لیولی حالت میں ہے۔ معیاری وقت جو مقامی وقت پر درست کرلیا گیا ہے اور گرینچ سے ملا لیا گیا ہے ضروری نہیں کہ بالکل صحیح ہو لیکن کافی صحیح ہونا چاہیے تاکہ سورج کے میل کا حل مطلوبہ درجہ صحت کی ضروریات کو پورا کرسکے۔ میل کا تھوڑا سا فرق آخری نتائج پر کوئی بڑا اثر نہیں کریگا۔ اس کے بعد دوسرا کام جو مشاہد کرتا ہے وہ مقابل کے ربع میں مس حاصل کرنا ہے اور وہ وقت کو اور افقی اور انتصابی زاویوں کو درج کرلیتا ہے۔ مشاہدہ کے وقتوں کے اوسط اور زاویوں کے اوسط سے مرکز شمس کا مشاہدہ شدہ ارتفاع اور اس کی سمت کا افقی زاویہ معلوم ہوجاتا ہے۔

پہلا مس حاصل کرنے کے بعد، فرض کرو کہ شکل ۲ کے اور یہاں کے وقت اور زاویوں کے شماروں کے اندراج کے بعد دوسرا مس حاصل کرنے کے لیے اس میں کچھ زیادہ فائدہ نہیں ہے کہ افقی اور انتصابی قوسوں کو حرکت دی جائے اور در اصل یہی زیادہ اچھا ہے کہ انتصابی قوس کو جہاں ہے وہیں چھوڑ دے اور افقی سست حرکت پیچ سے شمس کے پیچھے پیچھے دوربین کو چلایا جائے۔ تھوڑا سا وقت گزرنے کے بعد اگر سورج طلوع ہورہا ہے تو اس کا محل وہ ہوگا جو شکل ۲۰ میں دکھایا گیا ہے۔ مشاہد کو اب بہت احتیاط برتنی چاہیے اور شمس کے حصے کو جس قدر کہ ہوسکے انتصابی تار کے دائیں طرف اسی قدر رکھنا چاہیے جس قدر کہ وہ افقی تار کے اوپر ہے یا دوسرے الفاظ میں، اس کو شمس کے قرص کے قطعوں کو بحصۂ مساوی

شکل ۲۰

تیسرے ربع سے کاٹنے کی کوشش کرنی چاہیے اور اس طریقے سے ایک آخری جنبش ہاتھ سے افقی مماسی پیچ یا سست حرکت پیچ کو دے کر ایک مکمل

دوہرا اس حاصل کرو -

یہ عملی ترکیب بہت اچھی ثابت ہوئی ہے کہ زاویہ گیر کے افقی عضو کو صفر درجہ کے شمار پر مقناطیسی نصف النہار پر نچلی تختی کو گردش دے کر اور اس کو کس کر ثبت کر دیا جائے اس عمل سے نشانِ حوالہ (ن ح) کے اسمت میں کوئی ممکن گڑبڑ واقع نہیں ہوتی اور مقناطیسی تغیر بھی اس گڑبڑ سے بچ رہتا ہے یہ مقناطیسی تغیر نشانِ حوالہ کی سمت میں مقناطیسی شمال کے زاویہ کا اور تحقیقی شمال کے حل شدہ زاویہ کا فرق ہے -

اس کے کرنے کا طریقہ یہ ہے :- زاویہ گیر پر کمپاس بائیں رُخ پر لگا دو، بالائی تختی کو کھول دو اور کسر پیما ا کو صفر درجہ پر گھماؤ اور بالائی تختی کو کس دو - پھر زیرین تختی کو کھول دو اور آلے کو گردش دو جب تک کہ سوئی کا شمالی سرا شمال کی طرف نہ ہو جائے - زیرین تختی کو کس دو اور بالائی تختی کو کھول دو اور نشانِ حوالہ (ن - ح) کو پڑھ لو -

بحری جنتری کے ذریعہ شمسی میل معلوم کرنے کے طریقہ کو ظاہر کرنے کے لیے ایک مثال کا دینا ضروری ہے -

سورج کے مشاہدوں کی خاص تعداد ایک مقام پر جو گرینچ سے ۲ گھنٹے مشرق میں ہے دوسری جون کو صبح کے دس بجے (اوسط مشاہدہ شدہ وقتوں کا) لی گئی - ذیل کے ابتدائی اعداد بحری جنتری (ب ج) سے اقتباس کیے گئے ہیں -

ظاہری میل شمسی یکم جون شمالاً ۲۱° ۵۹' ۸" ۳۰ گرینچ اوسط ظہر (گ ا ظ) پر -
ایضاً ایضاً ۲ جون شمالاً ۲۲° ۷' ۱۳۶۹ ایضاً

بحری جنتری کی جدول اس میں تغیر فی گھنٹہ یکم جون کو = ۲۰۶۹۰ ثانیہ (۸۴)
اور دوسری جون کو ۱۹۶۹۴ ثانیے کے ہے دس بجے قبل ظہر دوسری جون کو (دیکھو صفحہ ۱۲۶ پر کا حاشیہ، گرینچ کے اوسط وقت

کے متعلق سنہ ۱۹۲۵ء سے اور اس کے آیندہ سنین کے متعلق جو تبدیلی کی گئی ہے) سول وقت ۲۲ گھنٹے ہوئے یعنی ابتدائے دوپہر یکم جون اور چونکہ وقت گرینچ سے مشرق کی طرف ۶ گھنٹے ہے اس لیے گرینچ کا وقت پہلی جون کو ۱۶ گھنٹے ہوا۔ اوراج سے معلوم ہوگا کہ رفتارِ تغیر ۱۶ گھنٹے پر ۲۶۲ء۲۰ ثانیہ ہے جس کو ۱۶ گھنٹوں سے ضرب دینے سے ۵ دقیقے ۱۹ء۴۲ ثانیے حاصل ہوئے اور اس لیے مَیلِ شمس مشاہدہ کے وقت شمالاً ۲۱ درجہ ۵۹ دقیقے ۸ء۳ ثانیے + ۴۲ء۵ ۱۹ = ۲۲ درجہ ۴ دقیقہ ۲۸ ثانیہ ہوا۔

اس لیے ش ق ف (شمالی قطبی فاصلہ) = ۶۷ درجہ ۵۵ دقیقے ۳۲ ثانیہ ہوا۔

جب السمت کو معلوم کرنے کے لیے ایک ستارے کو مشاہدہ کیا جائے تو ایسی حالت میں ستارہ چونکہ بہت چھوٹا ہوتا ہے اور نیز ستاروں کے مَیل بہت آہستہ آہستہ تبدیل ہوتے ہیں، مشاہدے کی تاریخ کا اندراج ہی کافی ہے، اور صرف تاروں کے تقاطع پر سے ستارہ کا گذر مطلوب ہوتا ہے۔ ستارہ کو افقی یا انتصابی شکست حرکت پیچ کو ہاتھ سے پھرا کر عبور کرنے دینا چاہیے اور ستارے کے ظاہری مائل راستہ پر عبور کی رعایت کرنی چاہیے۔ السمت کے مشاہدوں میں زیرین تختی تمام عرصہ شکنجہ میں کسی رہیگی اور جیسا کہ پہلے جتایا جا چکا ہے یہ بہتر ہے کہ آلہ کا کسر پیما صفر درجہ پر ہو اور مقناطیسی نصف النہار پر آلے کے "بائیں" رُخ پر رہو۔

ذیل کی مثال سے ظاہر ہو جائیگا کہ کسی بیرون نصف النہار ستارہ کے مشاہدے اور حسابی عمل کس طرح پیمائش بیاض میں درج کیے جاتے ہیں۔ السمت چونکہ تمام عملی اغراض کے پورا کرنے کے لیے نصف دقیقے تک کافی درست ہوتے ہیں اس لیے بار پیما اور تپش پیما کی درستیاں غیر ضروری ہوتی ہیں۔ صفحہ ۱۴۱ پر زیریہ حاشیہ کا دیکھنا بہت

ضروری ہے۔

پیمائش بیاضِ عرض بلد ۲۹° ۲′ ۵″ السمت بیرون نصف النہار بتاریخ ۸ جنوری ۱۹۱۴ء

رُخ	شخص	اُفقی زاویے: ا	ب	اوسط	زاویہ درمیان نشانِ حوالہ اور شخص	انتصابی زاویے: ا	ب	اوسط	وقت اور تاریخ
بایاں	نشانِ حوالہ	۲۳° ۵۹′ ۲۰″	۵۹′ ۴۰″	۲۳° ۵۹′ ۳۰″					
〃	پیمسک الغازمش	۵۰° ۳۵′ ۴۰″	۳۵′ ۲۰″	۵۰° ۳۵′ ۳۰″		۳۶° ۲۸′ ۰۰″	۲۷′ ۲۰″		
دایاں	〃	۲۳۰° ۴۶′ ۴۰″	۴۷′ ۰۰″	۵۰° ۴۶′ ۵۰″	۱۰۳° ۲۲′ ۵″	۲۷° ۲۸′ ۴۰″	۲۸′ ۴۰″	۲۷° ۵۳′ ۰/۱۱″	تقریباً ۲ بجے بعد از ظہر
〃	〃	۲۳۰° ۵۳′ ۴۰″	۵۴′ ۴۰″	۵۰° ۵۴′ ۰۰″		۲۸° ۲۱′ ۰۰″	۳۰′ ۴۰″		
بایاں	〃	۵۱° ۱′ ۰۰″	۰۰′ ۴۰″	۵۱° ۰۰′ ۵۰″		۳۹° ۱۹′ ۲۰″	۱۸′ ۴۰″		
دایاں	۵ ح	۲۰۳° ۵۹′ ۰۰″	۵۹′ ۲۰″	۲۳° ۵۹′ ۱۰″					
بایاں	۵ ح	۲۳° ۵۹′ ۲۰″	۵۹′ ۴۰″	۲۳° ۵۹′ ۳۰″					
بایاں	عدزس مغ	۲۵۴° ۵۸′ ۴۰″	۵۹′ ۰۰″	۲۵۴° ۵۸′ ۵۰″		۴۸° ۱۴′ ۲۰″	۱۴′ ۲۰″		
دایاں	〃	۷۵° ۵۳′ ۴۰″	۵۳′ ۴۰″	۲۵۵° ۵۳′ ۴۰″	۱۲۷° ۴۶′ ۲۰″	۴۷° ۰۶′ ۲۰″	۰۶′ ۲۰″	۴۹° ۴۰′ ۱۰″	تقریباً ۱ ۱/۴ بجے بعد از ظہر
دایاں	〃	۷۶° ۳۶′ ۲۰″	۳۶′ ۴۰″	۲۵۶° ۳۶′ ۳۰″		۴۹° ۱۲′ ۲۰″	۱۲′ ۲۰″		
بایاں	〃	۷۵° ۲۴′ ۴۰″	۲۵′ ۴۰″	۲۵۷° ۲۵′ ۰″		۴۵° ۷′ ۲۰″	۷′ ۴۰″		
دایاں	۵ ح	۲۰۳° ۵۹′ ۴۰″	۰۰ ۰۰	۲۳° ۵۹′ ۰۰″					

(۸۵۶)

حسابی عمل				بتاریخ ۸ جنوری سنہ ۱۹۱۴ء		
	۱۔ ستارہ [illegible] مشرق			۲۔ ستارہ قوس مغرب		
شخص مشس یا مغ						
اوسط راسی فاصلہ	۵۴°	۰۵'	۵۷''	۴۳°	۱۹'	۵۰''
+ انعطاف ـ اختلافِ منظر	+	۰۱	۱۵	+	۰۰	۵۵
صحیح راسی فاصلہ = ق	۵۲	۰۷	۱۲	۴۳	۲۰	۴۵
عرض التمام = ش	۹۰	۰۸	۰۰	۹۰	۰۸	۰۰
شمالی قطبی فاصلہ = س	۴۵	۰۳	۲۵	۷۵	۱۵	۲۶
مجموعہ = ۲ ص	۱۵۷	۱۸	۳۷	۱۷۸	۴۴	۱۱
ص	۷۸	۳۹	۱۹	۸۹	۲۲	۰۶
ص ـ س	۳۳	۳۵	۵۴	۱۴	۰۶	۴۰
ص ـ ش	۱۸	۳۱	۱۹	۲۹	۱۴	۰۶
ص ـ ق	۲۶	۳۲	۰۷	۴۶	۰۱	۲۱
لوک قاطع التمام (قوم) ص	۰	۰۰۸	۵۷۹۵	۰	۰۰۰	۰۲۶۴
لوک قاطع التمام (قوم) ص ـ س	۰	۲۵۶	۹۸۶۵	۰	۶۱۲	۹۶۰۸
لوک جب ص ـ ش	آ	۵۰۱	۹۷۳۲	آ	۶۸۸	۷۶۹۳
لوک جب ص ـ ق	آ	۶۵۰	۰۶۳۳	آ	۸۵۷	۰۹۸۷
مجموعہ = لوک جب² ½ ا	آ	۴۱۷	۵۹۲۶	۰	۱۵۸	۸۵۵۲
لوک جب ½ ا	آ	۷۰۸	۷۹۶۳	۰	۰۷۹	۴۲۷۶
½ ا	۲۷	۰۵	۱۴	۵۰	۱۲	۳۸
زاویہ ا [1]	۵۴	۱۰	۲۸	۱۰۰	۲۵	۱۶
زاویہ نشانِ حوالہ اور ستارہ [2]	۳۳۳	۱۰	۰۵	۱۲۷	۴۶	۲۰
السمت ن ـ ح کا شمال سے	۲۷	۲۰	۳۳	۲۷	۲۱	۰۴

[1] جس وقت کہ ستارہ نصف النہار سے مشرق/مغرب میں ہو تو ستارہ کے السمت کو نشانِ حوالہ اور ستارے کے زاویے میں جمع / سے تفریق کرنا چاہیے۔ اگر نتیجہ منفی ہے تو اس کو ۳۶۰° میں سے تفریق کر دو۔ اور اگر مثبت ہے لیکن ۳۶۰° سے زیادہ ہے تو ۳۶۰° اس میں سے تفریق کر دینے چاہییں۔ اس نتیجہ میں جو اس طرح حاصل ہو استدقاق کو اگر مبدا سے مغرب/مشرق کی طرف کو ہے مشاہدہ شدہ السمت میں جمع / سے تفریق کرنا چاہیے۔ استدقاق کی درستی کے لیے دیکھو پارہ ۱۳۱ حصہ اول (استدقاق تقریباً ۳۰ ثانیہ فی میل عرض بلد میں ہے)۔

[2] نشانِ حوالہ اور ستارہ کا زاویہ حاصل کرنے کے لیے ہمیشہ نشانِ حوالہ کے مقروءہ میں سے ستارے کے مقروءہ کو تفریق کرنا چاہیے۔

(۸۶) اگر مندرجہ بالا السمت مبداء سے ۲ میل مشرق میں لیا جائے تو جہت معمولی حصری حسابی عمل میں ۲۷° ۱۲ - ۱ = ۲۷° ۰ہ ہوگی ۔ متناظیسی تغیر ½ ۰ہ تقریباً مشرق میں ہوگا ۔

(۶۸) السمت ایک گرد قطبی ستارہ بحالتِ ابتعادلہ ۔

ایک گرد قطبی ستارہ وہ ستارہ ہے جس کا شمالی قطبی فاصلہ اُس جگہ کے عرض بلد سے کم ہوتا ہے یا بہ الفاظِ دیگر جس کا میل مقامی عرض التمام سے زیادہ ہوتا ہے ۔ اس خیال سے یہ آسانی سے سمجھا جا سکتا ہے کہ ایک گرد قطبی ستارہ کبھی مشاہدہ کی جگہ کے اُفق کے نیچے نہیں چھپتا ۔ قطب تارا عام طور پر دیکھا جاتا ہے اور چند امور قطب تارے کے متعلق اِس مقام پر بیان کر دیئے بے محل نہ ہونگے ۔ اگر غربی یا شرقی وقت قطب تارے کے ابتعاد کے ناموزوں ہوں تو کوئی اور گرد قطبی ستارہ ایسے ہی عمدہ نتائج دے سکتا ہے ۔ قطب تارا دُبِ اصغر کا ستارہ عہ یا "لٹل بیئر" کا روشن ستارہ ہے (امریکہ میں اس ستاروں کے مجموعہ کا نام "لٹل ڈپر" (Little Dipper) ہے ۔ "گریٹ بیئر" (Great Bear) یا دُبِ اکبر کے دو ستارے قطب تارے کی سمت میں سیدھ میں ہیں ۔ اس "گریٹ بیئر" کو "گریٹ ڈپر"لہ بعض اوقات کہا جاتا ہے اور بعض اوقات "پلیگ" (ہل)لہ ۔ یہ دونوں شاید دستے کے مقابل والے سرے پر ہوتے ہیں ۔ دُبِ اکبر میں آخری ستارہ سے پہلا ستارہ ضلا دُبِ اکبر (Ursæ Majoris) یا میزر (Mizar) ہے ۔ جب قطب تارا میزر (Mizar) کے انتصاباً اوپر ہوتا ہے تو اس وقت یہ تقریباً نصف النہار پر ہوتا ہے ۔

لہ ایک ستارہ بحالتِ ابتعاد اُس وقت کہا جاتا ہے جب کہ تیلی دائرہ کا مستوی جو ستارہ میں سے گزرتا ہے اور انتصابی دائرہ کا مستوی جو ستارہ میں سے گزرتا ہے ایک دوسرے سے زاویہ قائمہ بنائیں ۔

لہ Great Dipper لہ Plough ہل

اس قطب تارے کا قطبی بُعد اس زمانہ میں تقریباً ۱ درجہ ۷. دقیقے ہے - یہ فاصلہ $\frac{1}{3}$ منٹ فی سال گھٹیگا یہاں تک کہ قطب ستارا ۳۰ منٹ قطب سے رہ جاتا ہے اور پھر یہ بڑھنا شروع ہوجائیگا -

جب ہم یہ کہتے ہیں کہ قطب تارے کا شمالی قطبی فاصلہ ۱° ۷′. ہے تو اس کا شمالی قطبی فاصلہ ۱° ۷′. خطِ استوا پر ہوگا یعنی ۱° ۷′. کا زاویہ نصف النہار کے ساتھ صرف خطِ استوا پر ہو سکتا ہے یا صفر درجہ عرض بلد پر جب کہ سمت الراس اور سماوی استوا ایک دوسرے پر منطبق ہوجاتے ہیں - مشاہد جب شمال کی طرف سیدھا جاتا ہے تو اس کا نقطہ سمت الراس قطب کے نزدیک ہوتا جاتا ہے اور ستارے کا شمالی قطبی فاصلہ (ش ق ف) گو مستقل رہتا ہے تاہم ابتعاد کے وقت ستارے اور قطب کا درمیانی زاویہ سمت الراس پر بڑھ جاتا ہے - ۴۰° عرض بلد شمالی پر یہ ۱° ۲۲′ ۱۳″ کے مساوی ہوگا یعنی

$$\text{جب ستارہ کی جہت} = \frac{\text{جب ش ق ف}}{\text{جم عرض بلد}} \quad \text{اس لیے کہ}$$

$$\frac{\text{جب ق س شَ}}{\text{جب س شَ ق}} = \frac{\text{جب ق شَ}}{\text{جب س ق}} \quad \text{اور س شَ ق} = 90^\circ \text{ اور}$$

س ق = ۹۰° - لہ - اس وجہ سے عرض بلد کی درستی حسابی عمل میں داخل ہوجاتی ہے -

مستدیر حصص کے نیپیر کے قواعد کو دیکھنے سے (فقرہ ۶۱) جب کہ زاویہ شَ پر یعنی تشخص پر ۹۰° ہے ہم کو ذیل کی رقومات حاصل ہوتی ہیں:-

$$\text{جب س}^\circ = \text{جم}\left(\frac{\pi}{2} - \text{س}\right) \text{جم}\left(\frac{\pi}{2} - \text{شَ}^\circ\right) = \text{جب س} \times \text{جب شَ}^\circ$$

$$\therefore \text{جب س} = \text{جب زاویہ السمت} = \frac{\text{جب ش ق ف}}{\text{جب عرض التمام}}$$

$$= \frac{\text{جب ش ق ف}}{\text{جم عرض بلد}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\text{اَ})$$

N = شَ   O = شَ

کوکبی وقفہ مقامی اوسط ظہر کا	۲۷ ۵۳ ۵	۶ ۵۱ ۲۴
البطاء	۰ ۰ ۵۸	۰ ۱ ۰
اوسط وقت (مقامی)	۵ ۵۲ ۲۹	۶ ۵۰ ۱۷
درستی مستند وقت کے لیے	۰ ۱۸ ۲۴	۰ ۱۸ ۲۴
وقت بروئے وقت پیما	۶ گھنٹے ۱۰ ۵۳	۷ گھنٹے ۸ ۱۴
جب ش ق ف	۱،۹۶۷۵۸۰۰۵	۱،۹۱۲۳۷۸۹
جم لہ	۱،۹۳۸۱۱۲۶	۱،۹۳۸۱۱۲۶
لوک جب س	۱،۹۳۷۶۸۷۹	۱،۹۶۷۴۲۹۶۳
زاویہ السمت (س)	۴۳ ۸ ۸	۲۸ ۱۱ ۱۴
جب لہ	۱،۹۹۷۲۱۴۸	۱،۹۹۷۲۱۴۸
جم ش ق ف	۱،۹۴۴۷۳۵۲	۱،۹۶۰۱۱۷۳
لوک جب ارتفاع	۱،۷۵۲۴۷۹۶	۱،۷۳۷۰۹۷۵
ارتفاع	۳۴ ۴۶ ۲۹	۳۴ ۷ ۵
انعطاف	+ ۱ ۲۳	+ ۱ ۲۸
تخمینی ارتفاع بروقتِ ابتعاد	۳۴ ۴۷ ۵۲	۳۳ ۶ ۳۳

مندرجہ بالا سے معلوم ہوتا ہے کہ ایک ستارہ کا ابتعاد کا وقت مستند معیاری وقت دینے والی گھڑی سے ۶ ساعت ۱۰ ۵۳ اور دوسرے ستارے کا ۷ ساعت ۸ ۱۴ ہے۔

مشاہدہ کرنے کے لیے ایک زاویہ گیر کو بہت صحت کے ساتھ کسی نشان پر (عموماً کسی حصری مقام پر) نصب کرو اور غلطیوں سے بچنے کے لیے جیسا کہ کسی پچھلے فقرہ میں ہدایت کی گئی ہے مقناطیسی کمپاس کو چڑھا ہو۔ دونوں تختیوں کو آلے کے بائیں رُخ پر رکھ کر اکسر پیما کے صفر پر باندھ دو۔ زیرین شکنجہ کو ڈھیلا کر دو یا کھول دو اور دوربین کو گھماؤ یہاں تک کہ کمپاس کی سوئی صفر درجہ ظاہر کرے۔ زیرین تختی کو شکنجہ میں کس دو۔ آلہ کا صفر درجہ کا خطاب

مقناطیسی نصف النہار کے حوالہ سے ہے۔
نشانِ حوالہ (ن ح) پر ایک قندیل قائم کرو۔ جو یا تو اگلا یا پچھلا
مقام حصری ہوگا بطور ایک نشانِ حوالہ (ن ح) کے اور راس کا
زاویہ دونوں رخوں پر پڑھ لو۔ فرض کرو ایک ایسا اوسط زاویہ ۵۶° ۲۵' ۳۰"
ہے۔ اس طور سے تم کچھ منٹ وقتِ ابتعاد سے پہلے تک دریافت
کر لوگے اور ایسی صورت میں کہ تمہاری گھڑی بہت زیادہ درست
نہ ہو یہ زیادہ اچھا ہے کہ کچھ دقیقوں کی گنجائش رہنے دی جائے۔ عاملین
کی حالت میں انتصابی قوس کو ۳۴° ۲۶' ۲۹" پر ثبت کرو اور اگر تم ستارہ
سے بخوبی واقف نہیں ہو تو افقی کسر پیما کو ۳۶۰° - ۳۴° ۰۸' پر اندازاً باندھ دو۔
ستارہ کی شناخت اب ہو سکیگی اور ابھی تک چونکہ انعطاف کے لیے
ارتفاع میں ایزادی ہوئی ہے ستارہ کو دوربین میں ابھی تک چڑھنا باقی ہے
اور اس لیے ستارہ ابھی تک اپنے پورے ابتعاد کو نہیں پہنچا ہے۔
اب اس کو بہت احتیاط سے دیکھتے رہو اور جونہی یہ انتصابی حالت
میں تار پر چڑھتا ہوا نظر آئے (دوربین میں یہ مشرقی ابتعاد کی طرف
دکھائی دیگا) اس کو شکنجہ میں کس دو اور افقی تختی کو پڑھ لو اور اگر
تمہارے پاس وقت ہے تو رُخ کو پلٹ دو اور پھر توازی خطا کو رفع
کرنے کے لیے شمار پڑھو۔ دس منٹ یا اس کے قریب قریب وقت
کے لیے قطب تارا ابتعاد کے وقت سے پہلے اور پیچھے دس ثانیہ
تک کی قوس سے زیادہ نہیں بدلتا اور اس لیے قطب تارے
کی حالت میں کافی وقت دونوں رُخوں پر مشاہدہ کرنے کے لیے
ہوتا ہے۔ ایسی صورت میں کہ دونوں رُخ نہیں لیے گئے ہیں
ستارے اور نشانِ حوالہ کے شمار آلہ کے صرف اسی ایک رخ پر
لیے جائینگے۔ اب زاویہ گیر پر اوسط زاویۂ السمت حاصل کرنے کے
بعد ہم حقیقی شمال کا خط حل شدہ قیمت کو مشاہدہ شدہ قیمت سے منہا
کر کے معلوم کر سکتے ہیں۔

اب نشانِ حوالہ کی مقناطیسی جہت صحیح کرلو تاکہ ن ح کا السمت معلوم ہو جائے۔ اس بات کو یاد رکھو کہ وقت اور ارتفاع، ستارے کے ابتعاد کے محل کے لیے بجز ایک اندازاً قایِد کے، حسابی عمل میں نہیں آتے۔ نشانِ حوالہ کو ستارہ کے بعد مشاہدہ کیا جا سکتا ہے۔ صبح تک آلہ کو مشاہدہ نشان کے لیے موقع پر کھڑا رہنے دینا نہ تو قرینِ مصلحت ہے اور نہ ممکن ہی ہے، اور نشانِ حوالہ پر ایک قندیل کا مشاہدہ جب کہ نشان حوالہ بہت قریب نہ ہو تمام حصری اغراض کے لیے کافی ثابت ہوتا ہے۔ اس حصری میں نصف منٹ تک کی صحت السمت کے لیے ضروری سمجھی گئی ہے۔ مستدق تصحیح اس طرح کی جائے جس طرح پارہ ۱۳۱ حصہ اول میں کی گئی ہے۔

(۶۹) **نصف النہار کو قطب تارے سے معلوم کرنا** — یہ طریقہ "ٹیلرز ہینڈ بک فور سروئیرز" میں دیا ہوا ہے[۱] اور اس لیے کہ کسی بحری جنتری کی ضرورت اس میں نہیں ہوتی یہ قابل توجہ ہے۔ ہر ایک انجینیر کے پاس بحری جنتری موجود بھی نہیں ہوتی۔ اور مندرجۂ ذیل جدول سے مشاہد کے عرض بلد کے اندازاً علم سے اور مشاہدہ کے مقامی وقت کے ایک خاصے صحیح اندازے سے صحیح نصف النہار کو دریافت کرلینا ممکن ہے۔ (۸۹)

جدول ۱ میں قرن یعنی ماہ اپریل کی مساوی تاریخیں دی ہوئی ہیں ان میں اوسط شمس اور قطب تارا ایک ساتھ نصف النہار پر ہوتے ہیں یعنی قطب تارے کا ظاہری صعودِ مستقیم اور اوسط شمس کا ص۔م دونوں ایک ہی ہوتے ہیں۔

سال	قرن	سال	قرن
۱۹۲۴	۱۵٫۰	۱۹۳۰	۱۶٫۴
۱۹۲۵	۱۵٫۷	۱۹۳۱	۱۶٫۶
۱۹۲۶	۱۶٫۱	۱۹۳۲	۱۶٫۰
۱۹۲۷	۱۶٫۴	۱۹۳۳	۱۶٫۴
۱۹۲۸	۱۵٫۷	۱۹۳۴	۱۹٫۸
۱۹۲۹	۱۶٫۱	۱۹۳۵	۱۷٫۱

[۱] Taylor's "Hand book for Surveyors"

(۹۰) مثال — ۷ جنوری ۱۹۲۵ء کو ۶ بجکر ۴۰ دقیقے بعد ظہر مقامی اوسط وقت (م - ا - و) پر زاویہ قطب تارے اور نشان حوالہ کے درمیان ۱۲۱ درجہ ۵۴ دقیقے ۰۰ ثانیہ دیکھا گیا۔ نشان حوالہ کا السمت کیا تھا اگر عرض بلد اس مقام کا ۲۹ درجہ ۵۲ دقیقے (ش) تھا۔

یہاں ۱۹۲۴ء کا قرن لینا چاہیے جو ۰۰،۱۵ ہے اور ۱۴ اور ۱۵ تاریخوں کی درمیانی نصف شب سے جو یوم ۶ بجکر ۴۰ منٹ م - ا - و بعد دوپہر تک ۷ جنوری ۱۹۲۵ء تک گزرینگے ان کو لینا چاہیے۔ اس کو زیادہ سہل کرنے کی غرض سے یہ زیادہ بہتر ہوگا کہ یکم اپریل سے ماہ کی پوری تعداد ایام کسی ایک سال کی مشاہدہ کی تاریخ تک شمار کر لی جائے اور اس میں سے قرن میں جو قیمت دی گئی ہے اس کو تفریق کر لیا جائے۔

اس خاص مثال میں ایام کی تعداد = ۳۰ + ۳۱ + ۳۰ + ۳۱ + ۳۱ + ۳۰ + ۳۱ + ۳۰ + ۳۱ + ۷۸،۶ = ۲۸۱،۷۸ - ۰۰،۱۵ یوم = ۲۶۶،۷۸ یوم اور اس حساب سے ساعتی زاویہ اوسط شمس اور قطب تارا ظاہری ص - م کے مابین . بوقت مشاہدہ ۹۵،۳ منٹ فی یوم کی زیادتی سے = ۲۶۶،۷۸ یوم × ۳،۹۴ دقیقے = ۱۷،۵ گھنٹے۔

اس کے بعد ہم کو یہ معلوم کرنے کی ضرورت ہے کہ نصف النہار سے قطب تارے کا محل کتنے فاصلہ پر ہے اور نصف النہار کا محل معلوم ہے اس لیے کہ سورج ۶،۶۶ گھنٹے اس سے آگے نکل گیا ہے اور اس طرح قطب تارے کا زاویہ بلحاظ نصف النہار معلوم ہے یعنی زاویہ ساعت (س) = ۱۷،۵ + ۶،۶۶ = ۲۴،۱۶ = ۰،۱۶ ساعت نصف النہار سے گزر کر (پہلے ربع میں)۔

جدول دویم سے ہم کو حاصل ہوئے ۲۵ × ۰،۱۶ = ۴ دقیقے

جدول سویم سے عرض بلد ۲۹ درجہ ۵۲ کے لیے ۱۹۲۵ء میں ہم کو حاصل ہوا ۷۷،۹۱ (بذریعہ ادراج) ضارب کے لیے۔

لہذا قطب تارے کا السمت = ۴ × ۷۷،۹۱ = ۳،۰۸ دقیقے مغرب

= ۳ دقیقے ۴۸.۴۰ ثانیے۔

لہذا نشانِ زوال کا السمت = ۱۲۱ درجہ ۴۵′ ۰۰″ − ۳′ ۰″ = ۱۲۱° ۵۰′ ۰۰″

مثال ۔ قطب تارے کا السمت جب کہ ۶ ساعت ۲۸ دقیقے مقامی اوسط وقت ہے ۲۱ فروری ۱۹۲۵ء کو کیا ہوگا۔

یکم اپریل ۱۹۲۴ء سے ۳۱ دسمبر تک = ۳۰ + ۳۱ + ۳۰ + ۳۱ + ۳۱ + ۳۱ + ۳۰ + ۳۱ + ۳۰ + ۳۱ + ۳۱ + ۱.۷۸ = ۳۱۷.۷۸ یوم اور ۱۹۲۵ء کا آخری = ۱۵.۷۷ اس لیے ایام کی تعداد اس وقت سے کہ جب شمس اور قطب تارا نصف النہار پر تھے = ۳۱۷.۷۸ − ۱۵.۷۷ = ۳۰۲.۰۸ یوم۔ اس کو ۳.۹۴ سے ضرب دو جس سے حاصل ہوئے ۱۹ گھنٹے اور ۵۰ دقیقے۔

قطب تارے کے محل کو بہ لحاظ نصف النہار کے معلوم کرنے کے لیے ۶ گھنٹے ۲۸ دقیقے ۱۹ گھنٹے ۵۰ دقیقے میں جمع کر دینے چاہییں جو مساوی ہوئے ۲ گھنٹے اور ۱۸ دقیقے کے۔ اس حساب سے ستارہ پہلے ربع میں (شمال کے مغرب میں) ہے اور گھنٹوں میں وقت = ۲ گھنٹے ۱۸ دقیقے ۔ جدول دوئم میں ادراج کرنے سے ہم کو حاصل ہوا زاویہ س = ۵۵′ ۰″ اور جدول سوئم سے تحویل کرنے سے قطب تارے کا حقیقی السمت شمال کے مغرب میں ہوا ۵۵′ × ۰.۷۹ = ۴۳ دقیقے ۲۷ ثانیے مغرب۔

(۷۰) مشاہدات برائے وقت کسی ثابت ستارے یا شمس غیر نصف النہار سے

کسی ثابت ستارے کے مشاہدوں سے بہترین نتائج حاصل کرنے کے لیے یہ ضروری ہے کہ ایک ستارہ اول السموت پر منتخب کر لیا جائے اس وقت ستارہ کی ظاہر حرکت زیادہ ہوتی ہے اور اس لیے بہترین نتائج حاصل ہوتے ہیں ۔ اگر مشاہدہ کنندہ کا عرض بلد ۴۰° شمال ہے تب وہ ستارے جو بحری جنتری میں دیے ہوئے ہیں ۴۰° شمالی میل کے ساتھ اول السموت

(۹۱)

پر ہونگے ۔

زاویہ گیر کو نصب کرو اور اس کو بہت صحیح صحیح لیول کر لو خاص کر بالائی لیول یا انتصابی قوس بالکل لیول ہو ۔ اگر یہ لیول دُوربین پر لگا ہوا ہے تو یہ ضروری ہے کہ انتصابی قوس کو صفر درجہ پر قائم کر لیا جائے۔ اگر زاویہ گیر میں ایک عکس ڈالنے والی ٹوپی نہیں لگی ہوئی ہے تو کاغذ کی ایک پٹی تقریباً ½۲ انچ چوڑی لے لو اور اس کو پن کی مدد سے دُوربین کے دہانے پر ٹھیک پہنا دو اور اس کا ایک تھوڑا سا حصہ جو شخص کے عدسے پر لپیٹ کھایا ہوا ہو پھاڑ ڈالو اور تھوڑا سا حصہ رہنے دو جو گویا ایک چھوٹی سی زبان بن جائے اور جس کو پھر اندر کی طرف ۴۵ درجہ میں یا اس کے قریب موڑ دیا جائے۔ ایک قندیل کی روشنی یا ایک چھوٹی سی لالٹین کی روشنی اس مُڑی ہوئی زبان پر ڈالی جاتی ہے جو دُوربین کے اندر منعکس ہو جائیگی اور ڈیا فرام کے تاروں کو منور کر دیگی اور روشنی کی زیادتی یا کمی مُڑے ہوئے کاغذ کے ٹکڑے کے زاویہ کو تبدیل کرکے یا روشنی کو کاغذ سے دور نزدیک کرکے کی جا سکتی ہے ۔ صحیح روشنی اُس وقت سمجھنی چاہیے جب کہ تار اور ستارہ مساویانہ طور پر نمایاں ہوں ۔ ضرورت سے زیادہ منعکس روشنی ڈالنا غلطی ہے ۔ ستارہ کو دُوربین کے میدانِ نظر میں لانے کے لیے یہ انتظام کرو کہ لالٹین، وغیرہ، جو قریب ہوں وہ زاویہ گیر سے دُور پکڑی جائیں۔ اس کے بعد دُوربین کے اوپر کی طرف سے ستارہ کی سیدھ کرکے دیکھو اور ستارہ دوربین کے میدانِ نگاہ میں ہونا چاہیے ۔ بعض زاویہ گیر جو بڑی ساخت کے ہوتے ہیں ان میں بندوق والی ^ا سیدھ پتّیاں لگی ہوئی ہوتی ہیں لیکن معمولی زاویہ گیر پر تھوڑی سی مشق سے ابتدائی کام بالکل سہل ہو جائیگا ۔ مشاہد کو یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ستارہ کی حرکت کی سمت دُوربین میں اُلٹ جاتی ہے ۔ اور یہ کہ ایک ستارہ جو بر عنا آنکھ کو روشن دکھائی دیتا ہے وہ دُوربین میں ایک روشن شخص دکھائی دیگا۔

ا gun sights

مشاہد کو چاہیے کہ وہ اپنی دُوربین کو کسی روشن ستارے پر لگائے[1] اُس کو ماسکہ میں لائے گویا ایک نقطہ پر لے آئے، اختلاف مناظر کو دُور کرے، اور پھر وہ کام شروع کرنے کے لیے تیار ہے۔ ستارہ جو وہ انتخاب کرتا ہے دُوربین میں میدان نظر میں لایا جاتا ہے اپنا انتصابی لیول دیکھ لیتا ہے کہ ٹھیک ہے اور روشنی کو ڈایافرام پر ڈالتا ہے۔ اس کے بعد وہ ستارہ کو انتصابی تار کے جتنا کہ ممکن ہو نزدیک لاتا ہے اور اگر ستارہ مشرق میں ہے تو اُفقی تار کے اوپر رکھتا ہے اور اگر مغرب میں تو وہ اس کو نیچے رکھتا ہے[2]۔ معمولی زاویہ گیر میں یہ اکثر اتفاق ہوتا ہے کہ عدسے بہ لحاظ علم المناظر صرف مرکز کے قریب ہی ٹھیک ہوتے ہیں اس لیے آڑے تار کے میدان کے نزدیک ہی جس قدر ممکن ہوسکے مشاہدات کرنا چاہییں۔ روشنی کی چمک جو دُوربین میں سے دکھائی دے تو اس کے یہ معنی ہوئے کہ عدسہ گنیے میں نہیں لگا ہوا ہے اور صحیح ہونے کے لیے ستارہ کو گویا ایک قائم نقطہ پر ماسکہ میں آنا چاہیے۔ اس کا اطمینان کر کے کہ لیول ٹھیک ہیں وہ وقت شمار اور اندراج کنندہ کو پکار کر کہتا ہے "تیار" اور اگر کوئی اندراج کنندہ نہیں ہے تو اس کو تانیے گننے کے لیے اپنی گھڑی کا امتحان کر لینا چاہیے۔ اور جہاں تک ممکن ہو صحیح "ضرب" حاصل کرنے کی کوشش کرنی چاہیے کہ وہ جہاں تک ممکن ہو صحیح ثانیوں کے قریب ہو جائے۔ وہ گنتی گنتا رہتا ہے یہاں تک کہ ستارہ اُفقی تار پر سے عبور کر جاتا ہے اور تقاطع کو ذہن میں رکھ کر وہ گنتا رہتا ہے اور اپنی گھڑی کو دیکھتا ہے کہ اس مدت میں کیا غلطی پیدا ہوئی

(۹۲)

[1] جو ستارے بڑی جسامت کے یا زیادہ روشن ہوں ایسے عمدہ نتائج نہیں دیتے جس قدر کہ کم جسامت والے۔

[2] وقت کے مشاہدوں میں ستارہ کو تاروں کے تقاطع پر نہیں مشاہدہ کرنا چاہیے کیونکہ شیشہ کندہ کرنے کے آلات کندہ کرنے کے وقت شیشہ کو توڑ دیتے ہیں۔

ہے - اگر اس کا پورا اطمینان نہیں ہوا تو اس کو پھر کرنا چاہیے لیکن تھوڑی سی مشق اور تجربہ سے صرف چند ہی ثانیے گذرنے چاہییں کہ جس میں اس کو گنتی وغیرہ گننی پڑیگی - اس طور سے شمار کی خطا جو "ضرب" کی وجہ سے ہو وہ ناقابلِ توجہ رہ جاتی ہے -

اگر کوئی اندراج کنندہ کام پر موجود ہے تو وہ "تیار" کا حکم سنتے ہی ثانیوں کو آواز سے گننا شروع کر دیتا ہے اور مشاہدہ کنندہ عبور کے وقت اُس ثانیہ کو بتا دیتا ہے جس کو وہ صحیح خیال کرتا ہے کہ درج کر لیا جائے - یہ عمل عمدہ نہیں سمجھا جاتا کہ یہ آواز دے کہ "اب" یا "اپ (up)" وغیرہ کہا جائے - اندراج کنندہ ثانیوں کا اندراج کرلیتا ہے اور دقیقوں کو بہت احتیاط سے لکھ لیتا ہے (گھڑی یا گھڑیال مشاہدہ سے پہلے اس طرح درست کر لیا جائے کہ جس وقت دقیقے کی سوئی پورے منٹ پر آئے تو ثانیے کی سوئی صفر ثانیہ پہ ٹھیک ہو) - غلطیاں عموماً اندراج کے وقت دقیقوں میں ہوتی ہیں بالکل اُسی طرح جیسے کہ لیول کرنے میں اکثر فٹ غلط درج کر لیے جاتے ہیں اس لیے کہ لیول کرنے والا اعشاریہ کے ہندسوں کو صحیح دیکھنے میں بالکل محو ہوتا ہے - مشاہد اس کے بعد آلہ کا رُخ بدلتا ہے اور وہی عمل پھر اُسی ترتیب سے کرتا ہے جس طرح پہلے کیا تھا - اندراج کنندہ یہ لکھ لیتا ہے کہ ستارہ مشرق میں ہے اگر ایسا ہے تو دوسری قیمتیں ارتفاع میں زیادہ ہونگی اور اُس کے برعکس ہوگا اگر ستارہ مغرب میں ہے - اس کی سفارش نہیں کی جا سکتی کہ اُن مشاہدوں کو جو ستاروں پر کیے جائیں وہ اس ستارے پر ہوں جو ۲۵ درجہ سے ارتفاع میں کم ہو اس کی وجہ یہ ہے کہ انعطاف کی تقسیم رسدی زیادہ ہو جاتی ہے اور زیادہ ناقابلِ اعتبار ہو جاتی ہے -

مُشاہد کو اس کے بعد ایک ستارہ مغرب میں لینا چاہیے اگر اُس کا انتخاب کردہ پہلا ستارہ مشرق میں تھا - اس سے مشاہدہ کا نصف النہار کے ہر طرف توازن ہو جاتا ہے اور سردیر کی اُس ذاتی خطا کا بھی ازالہ ہو جاتا

ہے جو بعض اوقات ستارہ کو اُفقی تار سے خفیف سا اوپر یا خفیف سا نیچے
رکھنے سے ہو جاتی ہے - اس طرح پر بحری جنتری کے کسی
ستارہ کا ارتفاع مشاہدہ سے حاصل ہو گیا ہے اور اس کو کسی گھنٹے یا
گھڑیال سے اُس خاص تاریخ کے لیے ملا دیا گیا ہے اور یہ بیان کیا
جا چکا ہے کہ کس طرح اگر عرض بلد معلوم ہو اور ستارہ کا میل بھی معلوم
ہو اور اگر (انعطاف دُور کرکے) صحیح ارتفاع معلوم کر لیا گیا ہے تو کروی
مثلث حل کیا جا سکتا ہے جب کہ زاویۂ ساعت معلوم ہو جائے اور
اس سے گھڑی کی خطا حل کی جا سکتی ہے -
دیکھو پارہ (۶۵)
مشاہدہ کرتے وقت کام کی مندرجۂ ذیل ترتیب مناسب خیال
کی گئی ہے :-
زاویہ گیر کو ترتیب کرکے قائم کرو، ستارہ کو دیکھو، ماسکہ پر لاؤ اور
روشنی کو باقاعدہ کر لو، "تیار" کی آواز دو، ستارہ کا تقاطع کرو، تقاطع
کے ثانیہ کی آواز دو، انتصابی قوسی کسر پیماؤں کو پڑھو (پہلے دہانے
والے سرے کو) رُخ بدلو، وغیرہ، وغیرہ -
وقت کے مشاہدوں میں اس بات کی کوئی خاص ضرورت نہیں
ہے کہ آلے کو نشان پر ٹھیک مرکز پر نصب کیا جائے وجہ یہ ہے کہ مفروضہ
طول بلد میں ایک خاصی بڑی خطا یا مفروضہ عرض بلد میں چھوٹی سی خطا کوئی قابل لحاظ
خطا وقت کے نتائج میں پیدا نہیں کریگی - عرض بلد اور طول بلد اُس مقام کے مستند
نقشوں سے لیے جاتے ہیں - یہ نقشے ایک انچ فی میل کے پیمانے سے بنائے
جاتے ہیں اور آلہ کی اُفقی تختی کو کس دینے میں یا اس کو استعمال کرنے
میں کوئی خاص بات نہیں ہے -
(۹۴)
جب شمس کا مشاہدہ کیا جا رہا ہو تو بہترین طریقہ یہ ہے کہ وقت
کو اُس وقت مشاہدہ کیا جائے جب ایک عضو اُفقی تار کو مس کر رہا ہو
اور بغیر انتصابی زاویہ کو تبدیل کیے ہوئے وہ وقت لیا جائے جب کہ مخالف
عضو تار کو چھوڑتا ہے - ان دونوں وقتوں کا اوسط اور خاص ایک انتصابی

زاویہ آلہ کے ایک رُخ پر ظاہرہ ارتفاع کو اور مرکز شمس کے عبور کرنے کے وقت کو ظاہر کر دینگے۔ ایک دوسرا طریقہ یہ ہے کہ صرف ایک ہی عضو لیا جائے اور نصف قطر کی درستی کی تقسیم رسدی کر دی جائے۔ بہر صورت خطِ توازی کی خطا کی وجہ سے مشاہدات دونوں مُرخوں پر کرنے چاہییں۔

مثال ۱ - وقت کے مشاہدات ٹی۔ اینڈ ایس۔ ۶ انچ زاویہ گیر نمبر ۱۱ کے ساتھ عرض بلد ۱۸° ۳۰′ ۲۳″ طول بلد ۷۳° ۵۴′ ۰۶″ مشرق۔ تاریخ ۱۷ مئی ۱۹۱۹ء وقت پیما کو ۸۲ درجہ ۳۰′ مشرقی طول بلد کے معیاری وقت کے ساتھ ٹھیک کیا گیا ہے۔

رُخ	شخص مشرق یا مغرب	(ا) °	(ا) ′	(ا) ″	(ب) ′	(ب) ″	اوسط °	اوسط ′	اوسط ″	اوسط کلی °	اوسط کلی ′	اوسط کلی ″	وقت س	وقت دق	وقت ثانیہ	وقت کا اوسط س	وقت کا اوسط دق	وقت کا اوسط ثانیہ
د	شعری شاہی مغ	۲۴	۴۸	۴۰	۴۸	۴۰	۲۴	۴۸	۴۰				۸	۵۹	۳۲			
ب	"	۲۴	۰۰	۴۰	۰۰	۴۰	۲۴	۰۰	۴۰	۲۴	۳۹	۰۳	۹	۰۲	۵۳	۹	۰۴	۱۶
ب	"	۲۴	۰۹	۴۰	۰۹	۲۰	۲۳	۰۹	۳۰				۹	۰۶	۰۷			
د	"	۲۲	۳۷	۰۰	۳۷	۴۰	۲۲	۳۷	۳۰				۹	۰۸	۳۱			
د	عہ فوفیوشی امتش	۲۴	۳۱	۴۰	۳۲	۴۰	۲۴	۳۲	۰۰				۱۰	۰۰	۲۷			
ب	"	۲۵	۲۵	۴۰	۲۶	۰	۲۵	۵۳	۵۰	۲۵	۴۱	۳۹	۱۰	۰۳	۰۱	۱۰	۰۵	۱۷
ب	"	۲۵	۵۵	۴۰	۵۵	۵۰	۲۵	۵۵	۴۵				۱۰	۰۹	۰۸			
د	"	۲۶	۵۲	۰۰	۵۳	۰۰	۲۶	۵۳	۰۰				۱۰	۱۰	۳۰			

مثال دوم - وقت کے مشاہدات ٹی اینڈ ایس ۶ انچ والے زاویہ گیر سے بمقام رڑکی اکتوبر ۳۰ سنہ ۱۹۲۳ء میں کیے گئے عرض بلد ۲۹° ۵۲′ ۰۰″ طول بلد ۷۷° ۵۳′ ۰۰″ مشرق وقت پیما کا معیاری وقت تھا یعنی ۱۸ منٹ ۵۰ء۴۲ ثانیہ مقامی اوسط وقت سے آگے تھا۔

رُخ	شخص	(ا) °	(ا) ′	(ا) ″	(ب) ′	(ب) ″	اوسط °	اوسط ′	اوسط ″	اوسط کلی °	اوسط کلی ′	اوسط کلی ″	وقت س	وقت دق	وقت ثانیہ	وقت کا اوسط س	وقت کا اوسط دق	وقت کا اوسط ثانیہ
ب	عہ عوفیوشی مغ	۴۳	۲	۴۰	۴۱	۴۰	۴۳	۴	۵۰				۶	۳۶	۱۱			
د	"	۳۱	۴۷	۴۰	۴۶	۵۰	۴۳	۱۲	۴۵	۴۱	۵۵	۱۱	۶	۳۱	۳۲	۶	۳۳	۵۲
د	"	۱۴۸	۳۵	۰۰	۳۷	۱۰	۴۱	۲۳	۳۰				۶	۳۵	۱۸			
ب	"	[illegible]	۴۳	[illegible]	۴۳	[illegible]	[illegible]	۴۳	۴۰				۶	۳۸	۲۷			
ب	عہ اندر [illegible] اشن	۴۹	۰	۴۰	۰۲	۴۰	۴۹	۰۴	[illegible]				۶	۴۲	۰۷			
ب	"	۴۹	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۹	۴۰	۳۰	۴۹	۵۴	[illegible]	۶	۴۴	۲۳	۶	۴۶	۱۵
د	"	۱۲۹	۴۸	۴۰	۴۸	۴۰	۵۰	۱۱	۳۰				۶	۴۶	[illegible]			
د	"	۱۲۹	۰۵	۵۰	۰۵	۱۰	۵۰	۵۴	۳۰				۶	۵۰	۵۵			

سلہ مرأۃ المسلسل

ہے ۔ طول بلد ۷°، ۵۳َ تپش پیما ۰۰ ف ۔ بار پیما ۸۰ء۲۹ انچ ۔ دیوانی تاریخ ۵ ۔ ۱ ۔ ۱۴ ۔ قبل ظہر ۔

(۹۵) مشاہدہ اس طرح کیا گیا تھا جیسا کہ ذیل میں درج ہے :۔ شمس چونکہ طلوع ہو رہا تھا پہلے اس کے بالائی عضو کے عبور کا وقت مروری زاویہ گیر کے افقی تار پر سے درج کر لیا گیا تھا اور پھر اس کے زیرین عضو کے عبور کا وقت ۔ ارتفاع اسی وقت پڑھا گیا تھا پس یہی ارتفاع مرکز شمس کا ہوا جو ان دونوں مشاہدہ کیے ہوئے وقتوں کی اوسط ہوئی ۔

جو ارتفاع یہاں دیے ہوئے ہیں وہ دو مشاہدوں کی اوسط ہیں اور وقت چار مشاہدوں کی اوسط ۔ اس مثال کا عمل مشق کے لیے چھوڑ دیا گیا ہے ۔

پہلا حجت شمس کا مشاہدہ شدہ ارتفاع مرکز کا = ۳۴° ۲۸َ ۵ًء۷ وقت ۱۱س ۱۵ دقیقے ۳ء۱۵ ثانیہ ۔

دوسرا حجت شمس کا مشاہدہ شدہ ارتفاع مرکز کا = ۳۵° ۲۶َ ۱۵ً وقت = ۱۱س ۲۹ دقیقے ۵ء۴۳ ثانیہ ۔

میل شمس اس تاریخ اور وقت کے لیے = ۲۲ درجہ ۲۹ درجہ ۵۲ دقیقے گھڑی یا گھڑیال کا معیاری وقت ۸۲ درجہ ۳۰ مشرق طول بلد کے لیے تھا اس لیے ۱۸ دقیقہ ۴۲ء۵ ثانیہ گھڑی کی حقیقی خطا کو نکالتے وقت مندرجۂ بالا وقت میں سے تفریق کر دینے چاہئیں

د وقت کے شماروں میں حقیقی زاویہ کو جو ظاہری وقت والے ظہر کے مشرق میں ہو ظاہر کرتا ہے یا شمسی وقت ۱۲ ساعت منفی ۱ ساعت ۱۴ دقیقے ۴ء۲۹ ثانیہ قبل دوپہر = ۱۰ ساعت ۴۵ دقیقے ۶ء۳۰ ثانیہ قبل ظہر ۵ جنوری کو اور جو ۴ جنوری کو مقام مشاہدہ پر یہی وقت ہوتا ہے = ۲۲ ساعت ۴۵ دقیقے ۶ء۳۰ ثانیہ کے یا تقریباً $\frac{3}{4}$ ۲۲ ساعت ـ $\frac{1}{4}$ ۵ ساعت (فرق طول بلد مش گرینچ) = $\frac{1}{2}$ ۱۷ ساعت گرینچ پر بتاریخ ۴ جنوری ۔ گرینچ پر مساوات وقت ۴ جنوری کو برابر ہے ۴ دقیقے ۱۵ء۵ ثانیہ کے جن کو جمع کرنا چاہیے تغیر فی ساعت ۴۵ء۱۱

ثانیہ کی ایزادی سے اس لیے نتیجہ برابر ہے ۵ دقیقے ۱۱ء ۱۱ ثانیے کے جو ظاہری وقت میں جمع ہونا چاہیے تاکہ اوسط وقت حاصل ہو۔

سماوی تخصوں کے مشاہدوں کے لیے مندرجۂ ذیل امور کا یاد رکھنا ضروری ہے :۔

(۱) مقروات آلہ کے دونوں رُخوں پر لیے جاتے ہیں تاکہ آلہ کی خطائیں درست ہو جائیں ۔

(۲) دو جداگانہ مشاہدے غلطیوں کو دُور کرنے کے لیے ۔

(۳) ایک شرقی اور ایک غربی ستارہ کا مشاہدہ کرنا تاکہ مشاہد کی ذاتی خطا جو ستاروں کے تار پر تقاطع کے مشاہدہ کے باعث ہو زائل ہو جائے۔

(۴) مساوی السمت ستاروں کو منتخب کیا جاتا ہے تاکہ وہ خطا جو مفروضہ عرض بلد میں اگر صحیح عرض بلد معلوم نہیں ہے موجود ہو تو وہ درست ہو جائے یا اس کے متضاد عمل ہو جائے ۔

(۵) مساوی ارتفاع کے ستاروں کا مشاہدہ انعطاف کو زائل کرنے کے لیے۔

(۱۷) عرض بلد —— جب قطب تارا اپنے بالائی مرور پر ہو اور اس کا ارتفاع انعطاف کے لیے درست کر دیا جائے تو اس وقت اس کے ش ق ف کو ارتفاع حاصل شدہ سے تفریق کرنے سے اُس جگہ کا عرض بلد معلوم ہو جاتا ہے اور اسی طرح ش ق ف کو زیرین مرور کے درست شدہ ارتفاع میں جمع کر دینے سے اُس مقام کا عرض بلد معلوم ہو جاتا ہے اور اس ہی کی بنا پر ہم کو یہ قاعدہ حاصل ہو جاتا ہے کہ کسی جگہ کا عرض بلد ایک گرد قطبی ستارے کے درست شدہ ارتفاعوں کا جو بالائی اور زیرین اَوجوں یا مروروں پر مشاہدہ کیے جائیں اوسط ہوتا ہے ۔ (۹۶)

قطب تارے کا غیر نصف النہار مشاہدہ کرنا اور پھر اس کے نتائج کے لیے حسابی عمل کرنا دو طریقوں سے ہو سکتا ہے ۔ ایک طریقہ ضابطہ کا ہے اور دوسرا بحری جنتری میں دی ہوئی جداول سے حل کرنے کا ہے۔

دونوں کا بیان یہاں کیا جاتا ہے۔

ضابطہ سے ــــ یہ کسی اور جگہ دیا جا چکا ہے کہ

جم قَ = جم شَ × جم سَ + جب سَ × جب شَ × جم ق ....(۲)

اس میں ق زاویۂ ساعت ہے یعنی و اور اگر ا = ارتفاع اور فہ عرض بلد اور قَ = ش ق ف = سَ ہمارے لیے یہ ضابطہ ہے۔

جب ا = جب فہ × جم قَ + جم فہ × جب قَ × جم و ......۲ (ا)

و زاویۂ ساعت اور ا ارتفاع مشاہدہ سے حاصل کیے جاتے ہیں اور فہ مطلوبہ عرض بلد ہے ۔ اب چونکہ ش ق ف یعنی قَ کی قیمت کم ہے (موجودہ حالت میں ۱° ۱۰َ سے کم) ہم فہ کا انکشاف قَ کی صعودی ترتیب کی طاقتوں کے سلسلہ میں ظاہر کرسکتے ہیں اور پھر اس میں جس حد تک صحت کی ضرورت ہو اتنی ہی رقمیں لے کر حاصل ہوسکتی ہے ۔ ارتفاع اور عرض بلد کا فرق قَ سے زیادہ نہیں ہوسکتا۔ اس لیے اگر ہم فہ = ا ۔ لا رکھ لیں تو لا ایک خفیف سی درستی اسی مقدار کی ترتیب میں ہوگی جیسے کہ قَ اور ہم کو ٹیلر[۱] اور میکلورن[۲] کے نظریوں سے حاصل ہوا:۔

جب فہ = جب (ا ۔ لا) = جب ا ۔ لا جم ا ۔ ۱/۲ لا^۲ جب ا + ۱/۶ لا^۳ جم ا + وغیرہ

جم فہ = جم (ا ۔ لا) = جم ا + لا جب ا ۔ ۱/۲ لا^۲ جم ا ۔ ۱/۶ لا^۳ جب ا + وغیرہ

جب قَ = قَ ۔ ۱/۶ قَ^۳ + وغیرہ اور جم قَ = ۱ ۔ ۱/۲ قَ^۲ + وغیرہ

ان قیمتوں کو مساوات ۲ (ا) میں تبدیل کرنے سے ہم کو حاصل ہوا۔

جب ا = [جب ا ۔ لا جم ا ۔ لا^۲/۲ × جب ا + وغیرہ] × [۱ ۔ قَ^۲/۲ + وغیرہ] + [جم ا + لا جب ا ۔ لا^۲/۲ جم ا ۔ لا^۳/۶ جب ا + وغیرہ] [قَ ۔ قَ^۳/۶ + وغیرہ] جم و

= جب ا ۔ لا جم ا ۔ لا^۲/۲ جب ا ۔ قَ^۲/۲ جب ا + قَ جم ا جم و + لا قَ جب ا جم و + وغیرہ یا جب ا = جب ا ۔ لا جم ا + قَ جم و × جم ا ۔ ۱/۲ (لا^۲ ۔ ۲ لا قَ جم و + قَ^۲) جب ا + وغیرہ

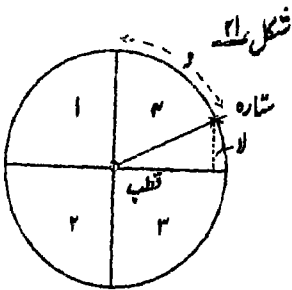
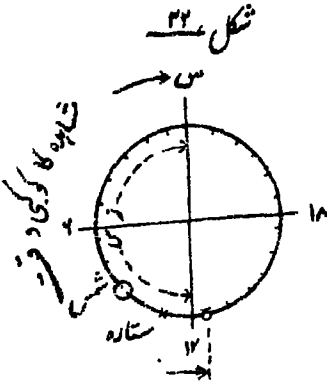
---

[۱] Taylor, [۲] Maclaurin

تب لا . جم ا = قَ . جم و . جم ا ۔ ۱/۲ (لا^۲ ۔ ۲ لا قَ . جم و + قَ^۲) جب ا + وغیرہ
اور لا = قَ . جم و ۔ ۱/۲ (لا^۲ ۔ ۲ لا قَ . جم و + قَ^۲) س ا + وغیرہ ۔ ۔ ۔ (ا)
پہلی تقریبی قیمت کے لیے ہم لیتے ہیں لا = قَ جم و اور اُس کو مساوات (ا) میں تبدیل کرنے سے اور لا اور قَ کی تیسرے درجہ کی طاقتوں کو نظر انداز کرنے سے ہم کو دوسرا تقرب حاصل ہوا :۔

لا = قَ . جم و ۔ ۱/۲ (قَ^۲ . جم^۲ و ۔ ۲ قَ^۲ . جم^۲ و + قَ^۲) س ا + ۔ ۔ ۔ ۔
= قَ . جم و ۔ ۱/۲ (۔ قَ^۲ . جم^۲ و + قَ^۲) س ا ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔
= قَ . جم و + ۱/۲ قَ^۲ (جم^۲ و ۔ ۱) س ا = قَ جم و + ۱/۲ قَ^۲ × جب^۲ و س ا
= قَ جم و ۔ ۱/۲ قَ^۲ جب^۲ و س ا

اور اب اس جملہ سے زیادہ آگے جانے کی ضرورت نہیں ہے کیونکہ ایک تخمینک کے ارتفاع کے لیے یہ کافی ہے اور چونکہ زاویہ عددو پیمانہ میں ہونا چاہیے
لا = قَ . جم و ۔ ۱/۲ قَ^۲ جب اً جب^۲ و س ا یا ف = ا ۔ قَ . جم و + ۱/۲ قَ^۲ جب اً جب^۲ و س ا ۔

(۹۷) اگر ہم مساوات کے پہلے حصہ کو بغیر خفیف درستی کے لیں تو ہم کو حاصل ہوا لا = قَ . جم و یا . جم و = لا/قَ اور دیکھو شکل
جب (۹۰ ۔ و) = لا/قَ = لا/ش ق ف
اور قطب کا ارتفاع معلوم کرنے کے لیے جب کہ وہ ۱ اور ۴ ربع میں ہو ضابطہ ہوگا (ا ۔ لا) اور ربع ۲ اور ۳ کے لیے = ا + لا ۔ اس سے معلوم عرض بلد میں ۱/۲ قَ^۲ جب اً × جب^۲ و × س ا خفیف سی تقسیم رسدی جمع کرنے سے معلوم ہو جاتا ہے ۔

جیسا کہ پہلے واضح کیا جاچکا ہے زاویہ ساعت و ایک قوس ہوتی ہے پس پہلے یہ ضروری ہے کہ ز، س کو وقت میں معلوم کیا جائے قبل اس کے کہ حسابی عمل کیا جائے اور ز، س معلوم کرنے کے لیے ہم کو پہلے مشاہدہ کا مقامی کوکبی وقت معلوم کرنا چاہیے اور اس میں سے ص ۔ ھ منہا کرنا چاہیے (دیکھو شکل اندازاً تقرب کے لیے)۔

اگر و قوس کی شکل میں دوسرے یا تیسرے ربع میں ہو تو پھر قَ جم و کی علامت مخالف ہوگی لیکن $\frac{1}{2}$ قَ جب اَ جب^2 و س ا ہمیشہ جمع ہی ہوتا ہے۔

عرض بلد قطب تارے سے

پیمائش بیاض بارپیما ۲۸۰۵۰ حرارت پیما ۷۹° بتاریخ ۱۷ — ۵ — ۰۴-۱۹ء

رخ	شخص مشرق یا مغرب	انتصابی زاویے											وقت			وقت کا اوسط[1]		
			ا		ب		اوسط			عام اوسط								
		°	′	″	′	″	°	′	″	°	′	″	ساعت	دقیقے	ثانیے	ساعت	دقیقے	ثانیے
د	قطب تارہ	۱۷	۲۲	۲۰	۲۱	۵۰	۱۸	۲۲	۰۵				۹	۱۳	۲۹			
ب	(دبِ اصغر)	۱۷	۲۵	۴۰	۲۵	۵۰	۱۷	۲۵	۴۵	۱۷	۲۳	۳۹	۹	۲۱	۵۱	۹	۲۲	۳۴
ب		۱۷	۴۵	۲۰	۲۵	۳۰	۱۷	۲۵	۲۵				۹	۲۵	۲۵			
د		۱۷	۲۱	۲۰	۲۱	۲۰	۱۷	۲۱	۲۰				۹	۲۹	۲۰			
د	بہ قنطورس	۲۳	۰۲	۴۰	۰۳	۰۰	۲۳	۰۲	۵۰				۹	۳۳	۵۱			
ب		۲۳	۰۹	۲۰	۰۷	۰۰	۲۳	۰۹	۴۰				۹	۳۷	۱۲			
ب		۲۳	۰۷	۰۰	۰۶	۴۰	۲۳	۰۶	۵۰				۹	۴۰	۵۰			
د		۲۳	۰۳	۰۰	۰۲	۴۰	۲۳	۰۲	۵۰	۲۳	۰۲	۵۰	۹	۴۵	۰۷	۹	۴۴	۰۰
د		۲۳	۰۱	۴۰	۰۲	۰۰	۲۳	۰۱	۵۰				۹	۴۸	۰۹			
ب		۲۳	۰۲	۲۰	۰۳	۲۰	۲۳	۰۲	۰۰				۹	۵۰	۵۳			
ب		۲۳	۰۱	۰۰	۰۱	۲۰	۲۳	۰۱	۱۰				۹	۵۳	۴۳			
د		۲۲	۵۷	۵۰	۵۷	۱۰	۲۲	۵۷	۳۰				۹	۵۶	۰۵			

[1] مثال اوپر سے حسابی عمل کا مقابلہ کرو یہ حسابی عمل وقت کے لیے ہے اس میں مشاہدات متعددہ بالا مشاہدہ سے پہلے اور بعد کو لیے گئے تھے ان کی غرض گھڑی یا گھڑیال کی خطا کو حاصل کرنا تھا۔

(۹۸)

عرض بلد کے لیے حسابی عمل مندرجہ بالا ضابطہ سے۔

		ساعت	دقیقے	ثانیے
گھڑی کے وقتوں کا اوسط	=	۹	۲۲	۳۴
وقت پیا خطاء (دیکھو مثال صفحہ ۱۵۴) { مقامی اوسط وقت کے لیے نہ کہ معیاری وقت کے لیے }	=	۰ -	۳۸	۵۸
مشاہدہ کا حقیقی مقامی اوسط وقت	=	۸	۴۳	۳۶
اسراع	=	۰	۱	۲۶
کوکبی وقفہ وقت م - ا و - ظ		۸	۴۵	۰۲
کوکبی وقت م - ا و - ظ پر		۳	۳۵	۱۹٫۹
مشاہدہ کا کوکبی وقت[1]	=	۱۲	۲۰	۲۱٫۹

(دیکھو شکل ۲۲)

(یعنی وہ وقت جو راس الحمل کے نصف النہار کے عبور کے بعد سے گذرا)

عرض بلد = ا - قَ جم د + ½ قَ² جب ا َ جب² س ا

		ساعت	دقیقے	ثانیے
مشاہدہ کا کوکبی وقت	=	۱۲	۲۰	۲۱٫۹
ستارہ کا ص - م	=	۱	۲۴	۵۷٫۹۸
زاویۂ ساعت وقت میں (دیکھو شکل ۲۳)	=	۱۰	۵۵	۲۳٫۹۲

∴ زاویۂ ساعت قوس میں ۱۶۳° ۵۰َ ۵۹ً٫۸ (دوسرے ربع میں)

اور قَ = ۹۰ - قَ = ۱° ۱۱َ ۳۵ً٫۲۳ قطبی تارے کے لیے ۱ مئی سنہ ۱۹۰۷ء

= ۴۲۹۵٫۲۳ ثانیے

∴ لوک قَ = ۳٫۶۳۲۹۸۶۴

لوک جم د = $\bar{1}$٫۹۸۲۵۱۴۴

۳٫۶۱۵۴۹۹۸

لوک قَ² = ۷٫۲۶۵۷

لوک جب² د = $\bar{2}$٫۸۸۸۹

لوک س ا = $\bar{1}$٫۹۹۴۷ (۱۶° ۹َ ۲۰ً ۵۱٫۸)

لوک ½ جب ا َ = $\bar{7}$٫۳۸۴۵ (لوک جب ا َ - لوک ۲)

---

[1] مشاہدہ کا کوکبی وقت = کوکبی وقفہ وقت م - ا و - ظ سے + کوکبی معیاری وقت م - ا و - ظ پر

∴ (ص، م) ± (ز، س) = (ک، و) مشاہدہ کا

∴ (ز، س) = (ک، و مشاہدہ کا) - (ص، م) (پارہ ۱۳)

= ۱٫۰۱۲۵۱۲۴ ۰٫۰۳۳۵

= °۱ ′۰۸ ″۱٫۰۱۴۵ ‴۱٫۰۸

∴ عرض بلد = °۱۷ ′۲۰ ″۸۶٫۵۱ + °۱ ′۰۸ ″۱٫۰۱۴۵ + ‴۱٫۰۸

= °۱۸ ′۲۹ ″۶۵٫۳۸

کسی ستارے کے ارتفاع کے مشاہدہ سے جو کسی محل پر ہو عرض بلد کو وقت کا مشاہدہ کرکے بہت آسانی سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔ حل کا عمل ضابطہ پر مثل سابق مبنی ہے لیکن ش ق ف کو ضہ میل کی جگہ تبدیل کر دیا جاتا ہے اور اس طرح ہم کو حاصل ہوا

جب ا = جب فہ جب ضہ + جم فہ جم ضہ جم و

یہاں فہ ہی صرف نامعلوم مقدار ہے۔

د اور ڈ دو معاونوں سے کام لے کر جو ان مساواتوں سے دریافت کیے جاتے ہیں:-

(۹۹)

د جب ڈ = جب ضہ - - (ا)

د جم ڈ = جم ضہ جم و - - - (اَ)

اور د کی قیمت (ا) سے تبدیل کرنے سے یہ مساوات رہ جاتی ہے

جم (فہ - ڈ) = جب ا جب ڈ قوم ضہ

نیز $\frac{(ا)}{(اَ)}$ = مس ڈ = مس ضہ قط و

اس سے دو قیمتیں عرض بلد کی حاصل ہونگی لیکن مثال ۲ تختہ ک کا حسابی عمل کرنے میں ایک قیمت عرض بلد کی °۲۹ ′۵۲ تقریباً صحیح مان لی گئی ہے اور قیمت جو مذکورہ ضابطہ سے نکالی گئی ہے اس سے معلوم ہوگا کہ ان میں سے کونسی زیادہ قابل قبول ہے۔

مثال ۲ تختہ ک سے ہم کو مندرجہ ذیل حاصل ہوتا ہے:-

عو فیوشی				عدانڈرو میڈا		
میل = ضہ =	°۱۴	′۳۷	″۱۰	°۲۸	′۴۰	″۲۰
درست شدہ ارتفاع = ا =	°۴۱	′۵۴	″۰۶	°۴۹	′۵۴	″۱۴

	عوفیوشی (a Ophiuchi)	α اندرومیڈا (مرأۃ المسلسلہ)
و (قوس) =	۴۸° ۳۹′ ۰۶″	۴۶° ۱۶′ ۱۸″
لوک مس ضہ =	۹٫۳۵۰۰۲۰۸	۹٫۷۳۷۸۷۱۴
لوک جم و =	۹٫۸۱۹۹۶۱۷	۹٫۸۳۹۶۲۸۸
لوک مس ڈ =	۹٫۵۳۰۰۵۹۱	۹٫۸۹۸۲۴۲۶
∴ ڈ =	۱۸° ۴۳′ ۱۶″	۳۳° ۲۰′ ۵۴″
لوک جب ا =	۹٫۸۲۴۶۸۱۷	۹٫۸۸۳۵۸۳۱
لوک جب ڈ =	۹٫۵۰۶۴۵۳۶	۹٫۷۹۲۷۰۰۴
لوک قوم ضہ =	۰٫۶۶۱۰۵۹۴	۰٫۳۱۸۹۴۱۴
لوک جم (ضہ ـ ڈ) =	۹٫۹۹۱۷۳۴۷	۹٫۹۹۵۲۲۴۹
(ضہ ـ ڈ) =	۱۱° ۰۸′ ۳۴″	۸° ۲۸′ ۵۷″
∴ ضہ =	۲۹° ۵۱′ ۵۰″	۲۹° ۵۲′ ۰۳″

(۷۲) گرد نصف النہاری ارتفاع سے

مختلف وجوہ سے کسی ستارے کے کئی مشاہدات کا اوسط جب کہ مشاہدے یکے بعد دیگرے قریب قریب کیے جائیں اور وقت کے تقریباً مساوی فصلوں پر کیے جائیں تو یہ اوسط کسی خاص مشاہدوں کے مقابلہ میں زیادہ قابلِ اعتبار ہوتا ہے ۔ جب ستارہ نصف النہار پر عبور کرتا ہے اور انتصابی اوج سب سے زیادہ ہوتا ہے تو اس وقت چونکہ صرف ایک ہی مشاہدہ کیا جا سکتا ہے یہ زیادہ سہل ہوتا ہے کہ ستارے یا جرم فلکی کے نصف النہار کے قریب مسلسل مشاہدے کر لیے جائیں اور ہر ایک مشاہدے کو نصف النہار پر تحویل کر لیا جائے ۔ اس طریقہ سے بہت زیادہ صحت حاصل ہو سکتی ہے۔ اور اس میں فائدہ یہ ہے کہ یہ مشاہدے زاویہ گیر سے یا ایک سُدس سے ہو سکتے ہیں ۔ اور علاوہ اس کے یہ فائدہ ہے کہ نصف النہار کے معلوم کرنے کی ضرورت نہیں رہتی اور اس وجہ سے جو مشاہدے اس

کے لیے ضروری ہوتے ہیں اُن سے پیچھا چھوٹ جاتا ہے۔[1]
نصف النہار کی تحویل کے لیے ضابطہ یہ ہے لا (ثانیوں میں) (۱۰۰)

= ق ف توم جب ش جب (تقریبی عرض بلد) حم ۰ × ۲ × جب² ½ و / جب ١

(تقریبی) راسی فاصلہ ۔ یہاں و زاویہ ساعت ہے یعنی جرم فلکی کا فاصلہ نصف النہار سے ۔ کسر ۲ جب² ½ و / جب ١ کو جدول پنجم میں حل کرکے درج کردیا گیا ہے، اس میں تمام قیمتیں وقت کے لیے وقت کے ۲۰ دقیقے کے لیے ہیں اور چونکہ یہ نصف النہار کے کسی ایک طرف ہوتے ہیں اس لیے مشاہد ۴۰ دقیقے کے اندر اپنے مشاہدات کرسکتا ہے اس میں یہ فائدہ ہے کہ کسی ایک صحیح اُن میں کسی ایک مشاہدہ کی پابندی نہیں کرنی پڑتی۔ یہ طریقہ اُس وقت بہت مفید ثابت ہوتا ہے جب مشاہدوں کو ایک سُدس سے کرنا پڑتا ہے۔ سُدس سے مشاہدہ کرنے میں شمس کے زیرین عضو پر مشاہدہ کرنا چاہیے ۔ اور ساعتی زاویہ و گھنٹے کی خطا کو مشاہدہ پر لگاکر اور اس سے ظاہری ظہر کا اوسط وقت منہا کرکے حاصل ہوجائیگا۔ ذیل کی مثال میں آلہ ارتفاع والسمت استعمال کیا گیا ہے اور زاویہ و[2] اس طرح معلوم کیا جاتا ہے جیساکہ حاشیہ پر درج ہے۔

[1] اس مشاہدہ کے لیے گھنٹے[3] کی خطا صحیح صحیح معلوم ہونی چاہیے تاکہ ظاہری ظہر کا اوسط وقت تعین کیا جاسکے ۔

[2] یہ ساعتی زاویے گھنٹے[1] کی خطا کو اور نیز شمس کے نصف قطر کو اوسط وقت کے مشاہدہ میں شامل کرنے سے جب کہ یہ نصف النہار پر سے گزر رہا ہو حاصل ہوجاتے ہیں:۔
اِن دونوں وقتوں یعنی درست شدہ وقت اور ظاہری ظہر کے اوسط وقت کے درمیانی فرق زاویۂ ساعت ہوتے ہیں ۔

[1] clock

مثال ۔ مندرجہ ذیل مشاہدے شمس کے زیرین اور مغربی اعضا پر ملک پور میں کیے گئے ہیں۔ تاریخ ۲۱ نومبر ۱۸۶۶ء۔ بارپیما ۲۹٫۳ انچ تپش پیما ۵۸°

مشاہدہ شدہ ارتفاع °	'	"	وقت ساعت	دقیقہ	ثانیہ	ساعتی زاویے	دقیقہ	ثانیہ	قیمت جدول پنجم سے ثانیہ
۳۹	۵۹	۰۰	۱۱	۰۰	۴۰	مش	۵	۰۳٫۷	۵۰٫۳
۳۹	۵۹	۲۰		۰۱	۵۳٫۵	=	۳	۵۰٫۲	۲۹٫۹
۳۹	۵۹	۴۰		۰۳	۰۷	=	۲	۳۶٫۷	۱۳٫۴
۳۹	۵۹	۴۰		۰۴	۱۱	=	۱	۳۲٫۷	۴٫۶
۴۰	۰۰	۰۰		۰۵	۱۲	=	۰	۳۱٫۷	۰٫۶
۳۹	۵۹	۴۰		۰۶	۱۱	مغ	۰	۲۲٫۳	۰٫۳
۳۹	۵۹	۲۰		۰۶	۵۴	=	۱	۱۰٫۳	۲٫۷
۳۹	۵۹	۲۰		۰۷	۵۷	=	۲	۱۳٫۳	۹٫۷
۳۹	۵۹	۰۰		۰۸	۴۸	=	۳	۰۴٫۳	۱۸٫۶
۳۸	۵۸	۴۰		۰۹	۴۸	=	۴	۰۴٫۳	۳۲٫۵
۳۹	۵۹	۲۰	مشاہدہ شدہ ارتفاع کی اوسط						اوسط شمس ۱۶۲٫۶ ؍ ۱۶٫۲۶

	ثانیہ	دق	
انعطاف اور اختلافِ منظر کی درستیاں	۲٫۵	۰۱	− ۰
نصف قطر	۱۴٫۰۵	۱۶	+ ۰
حقیقی ارتفاع شمس کے مرکز کا	۳۱٫۵۵	۱۴	۴۰
نصف النہار کی تقسیم سدی	۱۷٫۳۶		+
نصف النہار پر ارتفاع	۴۸٫۹۱	۱۴	۴۰
راسی فاصلہ	۱۱٫۰۹	۴۵	۴۹
جنوبی میل	۴۵٫۸۰	۵۳	−۱۹
(۱۰۱) عرض بلد ملک پور کا	۲۵٫۲۹	۵۱	۲۹

	ساعت	دقیقہ	ثانیہ
ظاہری ظہر کا اوسط وقت	۱۱	۴۵	۵۸٫۴۴
اوسط وقت نصف قطر کے نصف النہار سے عبور کا		۰۱	۰۹٫۰۷
گھڑی کی خطا (سست)		۴۱	۲۴٫۰۰
گھڑی کا وقتِ مرور	۱۱	۰۵	۴۳٫۷
تقریبی عرض بلد	۲۹	۵۲	۰۰٫۰۰

جم تقریبی عرض بلد = ۱٫۹۳۸۱۱۲۶

جم میسل = ۱٫۹۷۳۲۲۶۷ آ

توم راسی فاصلہ = ۰٫۱۱۷۲۶۳۰

لوک ۱۶٫۲۶ = ۱٫۲۱۱۱۲۰۵

لوک ۳۶٫۷ ثانیہ = ۱٫۲۳۹۷۲۲۸ [۱]

[۱] جب ایک ستارہ کا مشاہدہ کیا جاتا ہے تو ۱۵٫۷۲۳۰۰ کو لوکارثم میں جمع کر دینا چاہیے اس لیے کہ وقت پیما اوسط شمسی وقت شمار کرتا ہے۔ اور کوکبی وقت نہیں ظاہر کرتا۔

مثال — ستارہ جہ قنطورس $\frac{5}{1907}$ ۱۷ کو مشاہدہ کیا گیا (مقابلہ کرو قطب تارہ سے عرض بلد کا مشاہدہ)

		ساعت	ً	ً
ص۔م ستارہ کا	=	۱۴	۳۶	۲۵
کوکبی وقت م۔او۔ظ پر	=	۳	۳۵	۲۰
کوکبی وقفہ مرور اور م۔او۔ظ کے درمیان	=	۹	۰۱	۰۵
ابطاء			۱	۲۹
اوسط وقت کا وقفہ درمیان مرور اور م۔او۔ظ	=	۸	۵۹	۳۶
گھڑی یا گھڑیاں کی خطا	+		۳۸	۵۸
مرور کا گھڑی وقت	=	۹	۳۸	۳۴

(بحری خبرّی سے)

۹ ساعت ۳۸ دقیقے ۳۴ ثانیے سے وقت کا فرق پانچویں جدول سے قیمتیں ۲ × جیب ۲ ½ و / جیب ا

دقیقہ	ثانیہ[1]			
۴	۴۳	...	...	... ۴۴
۱	۲۲	...	...	... ۴
۲	۱۷	...	...	... ۱۰
۶	۳۳	....	....	... ۸۴
۹	۳۵	....	....	... ۱۸۰
۱۲	۲۰	....	...	.... ۲۹۹
۱۵	۲۰	....	...	.... ۴۶۱
۱۷	۳۱	....	...	.... ۶۰۲

۸)۱۶۱۴

$$\text{ا}^{\circ} = \text{اوسط} = 210{,}75$$

اس لیے کہ مشاہدات کیے گئے تھے تب اوسط (او) = ۲۱۰٫۷۵

اوسط مشاہدہ شدہ راسی فاصلہ = ۹۶° ۵۷′ ۱۰″

انعطاف = + ۲′ ۰٫۳″

تقریبی راسی فاصلہ = ۹۶° ۵۹′ ۱۴″ نصف النہار پر

ش ق ف = ۱۱° ۰۸′ ۳۷″ ۳″ (۹۰° - ۱۱) چونکہ ستارہ جنوب کیا ہے یا جنوبی میل رکھتا ہے۔

---

[1] یہ تیسیں مشاہدات کے اندراج ہیں جو صفحہ ۱۶۱ پر درج کیے گئے ہیں اور یہ اُس فرق کو ظاہر کرتی ہیں جو حقیقی گھڑی سے وقت مرور اور مشاہدے کے وقت میں ہوتا ہے یعنی ۹ س ۳۸ دق ۳۴ ثانیہ - ۹ س ۳۴ دق ۵۱ ثانیہ = ۴ دقیقہ ۴۳ ثانیہ وغیرہ -

تقریبی عرض التمام	۷۱° ۲۷′ ۵۷٫۴″
∴ تقریبی عرض بلد	۱۸° ۳۲′ ۰۲٫۶″
لوک قوم تقریبی (م۔ف)	۰٫۰۳۶۰۱۵۰
لوک جب ش۔ق۔ف	۱̄٫۸۲۱۴۶۵۵
لوک جم تقریبی عرض بلد	۱̄٫۹۷۶۹۸۷۰۱
لوک اوسط	۲٫۳۳۳۲۵۲۱

$$\text{۲٫۱۳۶۸۰۲۷} = \text{۲′ ۲۳٫۸″}$$ [۱]

(۱۰۲) ۲′ ۲۳٫۸″ اس مقدار کو ظاہر کرتا ہے جو عرض بلد تقریبی کو حقیقی عرض بلد معلوم کرنے کے لیے استعمال کرنی پڑتی ہے (اس صورت میں یہ مقدار تقریبی عرض بلد سے کم کرنی پڑے گی) ۔

∴ عرض بلد = ۱۸° ۳۲′ ۰۲٫۶″ − ۲′ ۲۳٫۸″

= ۱۸° ۲۹′ ۳۸٫۸″

اور اس قیمت کو قطب تارے والی قیمت سے مقابلہ کرنا چاہیے ۔ (دوسرا نتیجہ)
اور اس لیے اوسط عرض بلد = ۱۸° ۲۹′ ۳۸٫۷۲″

۳۷ ۔ **طول بلد** ۔۔ طول بلد دو مقاموں کے نصف النہاروں میں فرق ہوتا ہے اور جو استوا پر قوس میں ناپا جاتا ہے ۔

ستاروں کی ظاہری یومیہ حرکت یکساں ہوتی ہے اور استوا کے متوازی دائروں میں ہوتی ہے وقت جو ایک ستارہ کے نصف النہار والے دو دوروں کے درمیان گذرتا ہے وہ بین طور پر اس قوس کے متناسب ہوتا ہے جو ان کے درمیان ہو یعنی ان کے طول بلد کے

---

[۱] تقریبی م ۔ ف اصلی سے زیادہ بڑا ہے ۔۔ ∴ ش ا ق ، ف ۔ تقریبی م ۔ ف = عرض التمام کے اصل سے زیادہ چھوٹا ہے ۔۔ ∴ وہ فی عرض التمام اصل سے زیادہ بڑا ہے = (تقریبی) عرض بلد بہت بڑا اس لیے ہمیشہ تقسیم رسدی تفریق ہوگی ۔

فرق کے تناسب۔ اس کلیہ کی بنا پر وقت کو طول بلد کی ناپ مانا جاسکتا ہے اور علم ہیئت میں اس کو اسی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔ استواء پر چونکہ کوئی ایسا مقررہ نقطہ نہیں ہے جس سے طول بلد ناپا جاسکے بہت سی قوموں نے اپنی اپنی رصدگاہ کو اپنے نصف النہار کا صفر نقطہ قرار دے لیا ہے۔

اگر ہم ایسی حالت میں کسی جگہ کا مقامی وقت معلوم کرلیں اور نیز اُس جگہ کا مقامی وقت جہاں ہم موجود ہوں تو ان دونوں کا فرق صاف ظاہر ہے وقت میں اُن جگہوں کے طول بلد کا فرق ہوگا۔

طریق اول — سہل ترین طریقہ اس کے تعین کا یہ ہوگا کہ ایک وقت پیما کو پہلی جگہ کے مقامی وقت پر ثبت کرکے بھیج دینا چاہیے اور پھر اس کی خطا کو مندرجہ بالا طریقوں میں سے کسی ایک طریقہ سے معلوم کرلینا چاہیئے۔ تھوڑے تھوڑے فاصلوں کے لیے یہ طریقہ بہت صحیح ہوتا ہے اور یہ تمام بحری سفر میں استعمال ہوتا ہے لیکن چونکہ وقت پیما کی رفتار جب وہ سفر میں ہو تو اس کی قیام کی رفتار سے مختلف ہوتی ہے اسلیئے وقت پیما کی رفتار میں ہر ایک خطا اس سے اخذ کیے ہوئے طول بلد میں فرق ڈال دیگی۔ لیکن چونکہ کوئی شخص ہمیشہ ایک جگہ سے دوسری جگہ وقت پیما روانہ نہیں کرسکتا اس لیے یہ مناسب معلوم ہوتا ہے کہ اور طریقوں کا بھی علم ہونا چاہیے۔

طریق دوم — مندرجہ بالا سے یہ صاف ظاہر ہے کہ اگر کوئی علامت مختلف جگہوں پر مشاہدہ کی جاسکے اور یہ خواہ روشنی کی چمک یا ہوائی (آتش بازی) وغیرہ ہو یا کوئی خاص آسمانی واقعہ ہو جو مکمل طور پر مشاہدہ کی ایک ہی حالتوں کو ایک ہی وقت میں دنیا کے تمام حصوں میں ظاہر کرے اور مقامی وقت کو اس وقت درج کرلیا جائے تو مشاہدہ شدہ وقتوں کا فرق ان کے طول بلد کا فرق ہوگا۔ مشتری کے توابع کے گرہن تقریباً صرف موجودہ سماوی مظاہرے ہیں جو ان شرائط کو پورا

کرتے ہیں ۔ ان کو جدول کی صورت میں "بحری جنتری" میں دکھا دیا گیا ہے اور یہ طول بلد کو معلوم کرنے کے بہت صحیح طریقے ثابت ہوتے ہیں۔ لیکن چونکہ انجینیر کے پاس جو دوربین ہوتی ہے اُس سے زیادہ طاقتور دوربین کی ضرورت پڑتی ہے تاکہ توابع کا ڈھک جانا اور نکل آنا ان کے مرور یا سائے نمایاں طور پر دریافت کیے جا سکیں اس لیے یہ طریقہ ہمیشہ عمل میں نہیں لایا جا سکتا۔ (۱۴۳)

طریق سوم — چاند کی حرکت صعودِ مستقیم میں اس قدر تیز ہوتی ہے (یعنی ۳۶۰° تقریباً ایک ماہ میں) کہ اس کی دو جگہوں کے نصف النہاروں کے عبور کے وقت کا فرق ستارے کے ان ہی جگہوں پر عبور سے بہت فرق پر ہوتا ہے۔ یہ فرق چاند کے صعودِ مستقیم کی تبدیلی کو اس وقفۂ وقت کے لیے ظاہر کرتا ہے اور اگر یہ وقفۂ وقت زیادہ نہ ہو (یعنی طول بلد کا فرق تھوڑا ہے) تو یہ اس کے ساتھ تناسب ہوتا ہے ۔ چاند کا صعودِ مستقیم چونکہ اپنی تبدیلی میں یکساں حالت پر نہیں ہوتا اس لیے یہ بالکل حقیقی نہیں ہوتا اُس حالت میں کہ طول بلد زیادہ ہو جیسے کہ ہندوستان میں اور اس سبب سے حسابی عمل بہت زیادہ تکلیف دہ ہو جاتا ہے ۔ تقسیم رسدی جو کرنی پڑتی ہے بہر حال وہ خفیف ہوتی ہے اور چونکہ مشکلات پیدا ہوتی ہیں اس لیے اس کو اس وقت تک نظر انداز کر دینا چاہیے جب تک کہ بہت زیادہ صحت کی ضرورت نہ پڑے۔

چاند کے روشن عضو کا صعودِ مستقیم بالائی اور زیریں مروروں کے لیے گرینج کے نصف النہار سے مہینے کے ہر ایک یوم کے لیے دیا ہوا ہوتا ہے اور صعودِ مستقیم کی تبدیلی طول بلد کے ہر ایک گھنٹے کے لیے دی ہوئی ہوتی ہے اور[1] اس کے ساتھ ہی چار خاصے روشن ستاروں کا صعودِ مستقیم جن کا تقریباً یکساں میل ہوتا ہے ۔ ہوتا ہے یہ ستارے گرینج پر تقریباً ایک ہی وقت میں مرور کرتے ہیں

[1] یہ تبدیلی روشن عضو کے صعودِ مستقیم میں ہے اور اس لیے نصف قطر کی تبدیلی کے اثر سے آزاد ہے ۔

یہ اس لیے تقریباً ایک ہی وقت اور ارتفاع پر چاند کے ساتھ اوج پر پہنچتے ہیں اور تقسیم رسدی انعطاف اور آلے کی خطاؤں کے لیے ہر ایک کے لیے تقریباً یکساں ہوتے ہیں ۔ یہ ستارے چاند کے اوجی ستارے کہلاتے ہیں ۔

مندرجہ بالا سے ظاہر ہے کہ اگر چاند کے روشن عضو کے مرور کا مشاہدہ کیا جائے اور مذکورہ بالا ستاروں میں سے ایک ستارے کا بھی مشاہدہ کیا جائے اور وقتوں کے فرق کا گرینچ کے انہی وقتوں کے فرق سے مقابلہ کیا جائے تو ان فرقوں کا فرق چاند کے صعود مستقیم کی وہ تبدیلی ہوگی جو اس جگہ کے طول بلد کی وجہ سے ہے اور اس تبدیلی میں وقت پیما کی خطا شامل نہ ہوگی ۔ جس سے طول بلد مذکورہ بالا طریقے سے معلوم کر لیا جاتا ہے ۔

نوٹ ۔ اگر وقت پیما کی خطا اور رفتار صحیح صحیح معلوم ہوں تو یہ ضروری نہیں کہ ستارے کے مرور کو بھی مشاہدہ کیا جائے لیکن یہ مشاہدہ ہمیشہ اچھا ثابت ہوتا ہے ۔

چاند کے مرور کا وقت معلوم کرنے کے لیے کہ اس کی کس وقت توقع کی جائے صعود مستقیم کو جو بحری جنتری میں دیا ہوا ہو درست کر لینا چاہیے (جب کہ طول بلد اس قدر بڑا ہو جیسا کہ ہندوستان میں ہوا کرتا ہے) تاکہ اس عمل سے صعود مستقیم کی تبدیلی کی رعایت جو اس جگہ کے طول بلد کے لیے ضروری ہو ہو جائے ورنہ غالب خیال یہ ہے کہ مرور کا مشاہدہ ہاتھ سے نکل جائیگا ۔ اس میں تقریبی طول بلد کا علم ہونا کافی ہوتا ہے ۔

مثال — ۱۸ جون ۱۸۶۴ء کو رڑکی کا طول بلد عہ عقرب اور چاند کے روشن عضو کے مروروں کے مشاہدات سے دریافت کرنا مطلوب ہے ۔

(۱۰۴) عہ عقرب کا مرور مشاہدہ شدہ اوقات

ساعت	دقیقہ	ثانیے
۱۰	۱۷	۲۱٫۵
		۴۲
		۶۲٫۵
		۸۲٫۵
		۱۰۲
۱۰	۱۷	۳۱۰٫۵
۱۰	۱۸	۰۲٫۱

چاند کے منور عضو کا مرور مشاہدہ شدہ اوقات

ساعت	دقیقہ	ثانیے
۱۰	۳۶	۲۳
		۴۳٫۵
		۶۴
		۸۴٫۵
		۱۰۴
۱۰	۳۶	۳۱۹
۱۰	۳۷	۰۳٫۸
۱۰	۱۸	۰۲٫۱
	۱۹	۰۱٫۷

میزان

مرور کا مشاہدہ شدہ وقت وسطی تار پر سے

ت بمقام رُڑکی اوسط شمسی معادلات میں فرق: ۱۹ ۰۱٫۷

تبدیلی کوکبی معادلات میں: ۱۹ ۱۲ ۰۳٫

۰۱٫۰۰

۰۰٫۷۰

چاند کے منور عضو کے مرور اور ستارہ کا کوکبی وقفہ بمقام رڑکی: ۱۹ ۰۴٫۸۲

	ساعت	دقیقہ	ثانیہ
U-I چاند کا صعودِ مستقیم ۱۸ جون ۱۸۶۴ء کو گرینچ کے مرور پر	۱۹	۵۳	۳۸٫۱۶
عہ عقرب کا صعودِ مستقیم	۱۹	۲۱	۰۸٫۴۶
کوکبی وقفہ وقت گرینچ پر		۳۲	۲۹٫۷۰
کوکبی وقفہ وقت رڑکی پر		۱۹	۰۴٫۸۲
ص-م کی تبدیلی جو چاند کے منور عضو میں رُڑکی کے طول بلد کی وجہ سے ہوئی		۱۳	۲۴٫۸۸

لیکن چاند کے صعودِ مستقیم میں تغیر بالائی مرور پر — ثانیے

طول بلد کے ایک گھنٹہ میں بمقام گرینچ ۱۸ جون ۱۸۶۴ء = +۱۵۵٫۷۱

" " " ۱۲ گھنٹے پہلے = ۱۵۲٫۷۱

تبدیلی ۱۲ ساعت میں = +۳٫۰۰ ثانیے

∴ تغیر کی تبدیلی ۵ ساعت ۱۰ دقیقہ تقریبی طول بلد مشرق = −۱٫۲۹ ثانیے

∴ چاند کے منور عضو کے صعودِ مستقیم میں تغیر بمقام رڑکی ایک گھنٹے میں = ۱۵۴٫۴۲

ایضاً ایضاً ایضاً گرینچ پر = ۱۵۵٫۷۱

ایضاً ایضاً ایک گھنٹہ کے لیے نصف درمیانی فاصلہ پر = +۱۵۵٫۰۶

لیکن مجموعی تبدیلی = ۱۳ دقیقہ ۲۴٫۸۸

∴ رڑکی کا طول بلد = ۱۳ ۲۴٫۸۸ / ۱۵۵٫۰۶

ساعت دقیقہ ثانیہ

= ۸۰۴٫۸۸ / ۱۵۵٫۰۶ ساعت = ۵ ۱۱ ۲۶ مشرقی تقریباً

(۱۰۵) طریق چہارم — چاند کے منور عضو کا فاصلہ بہت سے روشن ستاروں اور سیاروں سے ہر تیسرے ساعت کے لیے "بحری جنتری" میں دیا ہوا ہوتا ہے، یہ فاصلہ مہینے کے ہر روز کے لیے جس میں کہ چاند دکھائی دیتا رہے ہوتا ہے۔

اگر ایک ایسا ہی فاصلہ کسی دوسری جگہ پر سے مشاہدہ کیا جائے تو ان دونوں کے مقابلہ سے اس جگہ کا طول بلد تعین کیا جا سکتا ہے اور حسابی عمل اصولاً وہی ہوتا ہے جو اوپر بیان کیا گیا ہے۔

اس طریقۂ حل سے یہ فائدہ ہے کہ ایک سُدس، ایک مصنوعی افق، اور ایک وقت پیما صرف مطلوب ہوتے ہیں۔

اس طریقہ سے سمندر پر کام لیا جا سکتا ہے جہاں صرف یہی

طریقہ ایسا رہ جاتا ہے کہ جس سے کام لے سکیں۔ یہ وقت پیما کا محتاج نہیں ہے جس سے گرینچ کا اوسط وقت معلوم ہو۔ بہر حال یہ کوئی تسلی بخش طریقہ طول بلد معلوم کرنے کا نہیں ہے اور اس لیے اس طریقہ کے حسابی عمل کو یہاں بیان نہیں کیا جاتا۔

چند دلچسپ اعداد نظام شمسی کے متعلق

نام	قطر میلوں میں	کتنا فٹ اضافی زمین کو مان کر	کمیت سورج کو مان کر	فاصلہ سورج سے دس لاکھ میلوں میں	گردش کی میعاد دنوں میں	مدار پر رفتار میلوں میں فی گھنٹہ	استوائی گردش کی رفتار میلوں میں فی گھنٹہ
عطارد	۳۰۳۰	۱٫۲۴	۱/۴۸۶۵۷۵۱	۳۶	۸۸	۱۰۵۳۳۰	۳۸۶
زہرہ	۷۷۰۰	۰٫۹۲	۱/۴۰۱۴۱۱	۶۷	۲۲۵	۷۷۰۵۰	۱۰۱۰
زمین	۷۹۱۸	۱٫۰۰	۱/۳۱۴۷۶۰	۹۲٫۸	۳۶۵ ۱/۴	۶۵۵۳۳	۱۰۴۰
مریخ	۴۲۳۰	۰٫۵۲	۱/۲۵۴۶۲۴۷	۱۴۲	۶۸۷	۵۳۰۹۰	۶۲۸
نجیمہ	---	---	---	۲۵۰ تا ۵۰۰	---	---	---
مشتری	۸۶۵۰۰	۰٫۲۲	۱/۱۰۴۶	۴۸۳	۴۳۳۲	۲۸۷۴۴	۲۷۹۸۵
زحل	۷۰۰۰۰	۰٫۱۲	۱/۳۴۹۶	۹۰۰	۱۰۷۵۹	۲۱۲۲۱	۲۱۵۳۸
یورینس	۳۱۵۰۰	۰٫۱۸	۱/۲۲۸۹۹	۱۸۰۰	۳۰۶۸۷	۱۴۹۶۳	۱۰۹۲۱
نیپٹیون	۳۴۸۰۰	۰٫۱۷	۱/۱۸۷۸۰	۲۸۰۰	۶۰۱۸۱	۱۱۹۵۸	
شمس	۸۶۵۰۰۰	۰٫۲۵	---	---	---	---	۴۰ ۴۰۷
چاند	۲۱۶۳	۰٫۶۳	۱/۲۶۴۹۰۷۴۴	--	--	۲۲۷۳	۱۰

اگر شمس ایک گیند ۹ فٹ سالم قطر کا ہو تو ہماری زمین اس قدو قامت کے مقابلہ میں صرف ایک انچ کی گولی ہوگی جو ۳۲۳ گز کی دوری پر اس شمس سے رکھی ہوئی خیال کرنی چاہئے اور چاند فقط مٹر کے چھوٹے دانہ کے برابر ایک داغ ہوگا زمین سے ۳۰ انچ فاصلہ پر۔